LOS HOMBRES de la historia

155

La Historia Universal
a través de
sus protagonistas

Los Curie



Leticia Halperín Donghi

Pierre Curie, amante de la naturaleza irreprochable, brillante investigador científico, admirable maestro, "fue uno de esos hombres - dirá de él su esposa - que han hecho de su obra el fin principal de su actividad y la preocupación dominante de su vida".

Marya Sklodowska, protagonista de una infancia difícil en un país ocupado, tenacísima en superar las dificultades de sus estudios, que se iniciaron entre universidades clandestinas y lecturas solitarias, también sentía poderosa la vocación por la ciencia y el amor por el género humano.

La unión de ambos fue algo natural. Pierre lo siente así: "Sería algo hermoso (...) pasar la vida uno junto al otro, hipnotizados en nuestros sueños; **su sueño** patriótico, **nuestro** sueño humanitario y **nuestro** sueño científico. Los años que siguen son laboriosos, la tarea es ininterrumpida, enseñanza, investigación, difusión de descubrimientos, preparación de estudiosos. Compartida al comienzo por ambos, es asumida, luego de la inesperada muerte de Pierre, por Marie.

Muchos años de labor en medio de dificultades económicas, superando ambos una salud deficiente, sin ningún apoyo del gobierno y con la oposición de la Academia de Ciencias que los encuentra demasiado alejados del clericalismo y las convenciones, en un galpón miserable - "formaba como una cruz", dice Ostwald, "entre un establo de caballería y una despensa de patatas" - culminan en el descubrimiento del polonio y luego del radio. La hazaña científica es brillante y - dice Einstein - "pudo ser realizada no sólo merced a una intuición osada, sino también a una abnegación y a una tenacidad de ejecución en medio de las mayores dificultades imaginables que la historia de la ciencia no ha presenciado a menudo".

Una hazaña científica que, junto con las de Becquerel y Rutherford, abre a la ciencia el enorme panorama de la radioactividad; se modificarán a partir de allí las ideas sobre la invariabilidad del átomo, la naturaleza de la masa de los cuerpos y de la energía diseminada en el espacio.

Y no es menos notable, quizá, la honradez de los Curie.

Batallando contra una circunstancia adversa cumplen una hazaña y luego, con aguda conciencia social, no dejan de cuestionarla: "Se puede concebir - dirá Pierre en su Conferencia Nobel en 1906 - que en manos criminales el radio pueda llegar a ser muy peligroso y podemos preguntarnos si a la humanidad le conviene conocer los secretos de la naturaleza, si ha alcanzado la madurez suficiente para sacar provecho de ellos o si este conocimiento le acarreará daño".

155 - Los Curie - El siglo XIX: la Revolución Industrial.
Este es el sexto fascículo del tomo El siglo XIX: la Revolución Industrial (Vol. II). La lámina de la tapa pertenece a la sección El Siglo XIX: la Revolución Industrial, del Atlas Iconográfico de la Historia Universal.

Centro Editor de América Latina S. A.
Cangallo 1228 - Buenos Aires
Hecho el depósito de ley
Impreso en la Argentina - Printed in Argentina
Se terminó de imprimir en los talleres gráficos de Sebastián de Amorrortu e Hijos S. A. - Luca 2223.
Buenos Aires, en Mayo de 1971

Los Curie

Leticia Halperín Donghi

1859
15 de mayo. Nace en París, Pierre Curie.

1863
Sublevación de Polonia.

1867
7 de noviembre. Nace en Varsovia Marya Sklodowska.

1870
Guerra Franco-prusiana. 2 de setiembre, derrota de Sedan. Caída de Napoleón III.

1871
Paz entre Francia y Prusia. Gobierno de la "Comuna" en París. Comienza la Tercera República en Francia.
30 de agosto. Nace en Nelson Nueva Zelandia, Ernest Rutherford.

1877
Pierre Curie termina sus estudios de la licenciatura en ciencias físicas.

1878
Pierre Curie es nombrado preparador de de P. Q. Desains en la Facultad de Ciencias.
9 de mayo. Muere en Varsovia la señora Sklodowska.

1880
Pierre Curie publica su primer trabajo (con Desains).
Pierre Curie publica con su hermano Jacques dos trabajos que se refieren al efecto que luego se denominará piezoeléctrico, del que son descubridores.

1883
Pierre Curie es nombrado jefe de trabajos prácticos de l'Ecole Municipale de Physique et de Chimie Industrielle.
Jacques Curie es nombrado profesor asociado de Mineralogía de la Facultad de Montpellier.
Marya Sklodowska termina sus estudios secundarios.

1885
Setiembre. Marya Sklodowska se ofrece como institutriz. A comienzos del año siguiente abandona Varsovia.

1890
Marya Sklodowska regresa a Varsovia. Comienza a realizar experiencias científicas en el Museo de la Industria y la Agricultura que dirige su primo, José Boguski.

1891
Viaja a París para cursar estudios superiores. El 3 de noviembre inicia los cursos en la Sorbonne.

1893
Marie Sklodowska es licenciada en Ciencias Físicas.

1894
A principios de ese año conoce a Pierre Curie.
Marie Sklodowska licenciada en matemática.

1895
Pierre Curie presenta su tesis de doctorado.
26 de julio. Casamiento de Marie Sklodowska y Pierre Curie.
En l'Ecole Municipale de Physique et de Chimie Industrielle se crea una nueva cátedra de Física que dicta Pierre Curie.
Diciembre. W. C. Röntgen anuncia el descubrimiento de los rayos X.

1896
Marie Curie pasa su examen de agregación.
Henri Becquerel anuncia que una sal de uranio emite radiaciones invisibles.

1897
Marie Curie concluye su trabajo sobre aceros, que se publica en 1898.
12 de setiembre, nace Irène, la primera hija del matrimonio Curie.
Marie Curie encara la realización de su tesis de doctorado.
Descubrimiento del electrón por J. J. Thomson.

1898
13 de abril. Marie Curie anuncia en una comunicación a la Academia de Ciencias la presencia probable de un nuevo elemento.
Pierre Curie presenta su candidatura a la cátedra de Química física de la Facultad de Ciencias en la Sorbonne y es rechazado.
26 de diciembre. El matrimonio Curie y G. Bémont presentan una comunicación a la Academia anunciando la existencia probable de otro nuevo elemento.

1899
Inician los trabajos de separación química del radio.
En las vacaciones viajan a Polonia.

1900
La Universidad de Ginebra ofrece a Pierre Curie una cátedra de física y la dirección de un laboratorio en el cual trabajaría su esposa. Luego de viajar a Suiza, rechazan la proposición.
Octubre. Pierre Curie es designado encargado de curso en la Facultad de Ciencias (enseñanza del PCN). Renuncia entonces a un cargo de repetidor en l'Ecole Normale Supérieure de Sèvres.
19 de marzo. Nace en París Frédéric Joliot.

1901
Pierre presenta su candidatura a una cátedra de Mineralogía de la Facultad de Ciencias pero es rechazado.

1902
Pierre Curie presenta su candidatura a la Academia de Ciencias y no resulta elegido.
Mayo. Muere en Varsovia el Sr. Sklodowski.
E. Rutherford y F. Soddy anuncian su teoría de la desintegración atómica de los elementos radioactivos que amplían en una publicación del año siguiente.

1903
25 de junio. Marie defiende su tesis de doctorado.
Junio. Viajan a Londres invitados por la Royal Institution, que en noviembre les concede la medalla Davy.
10 de diciembre. Adjudicación del premio Nobel de Física a Henri Becquerel y al matrimonio Curie.

1904
Pierre Curie es nombrado profesor de Física en la Facultad de Ciencias.
Noviembre. Marie es designada jefe de trabajos prácticos en la cátedra de su esposo. Nace Ève, la segunda hija del matrimonio Curie.

1905
Junio. El matrimonio Curie viaja a Suecia para dar la Conferencia Nobel.
Julio. Pierre Curie es designado miembro de la Academia de Ciencias.

1906
19 de abril. Muere Pierre Curie.
13 de mayo. Marie es designada encargada de cursos en la cátedra que había dictado Pierre.
15 de noviembre. Da su primera clase en la Sorbonne.

1910
Marie, en colaboración con A. Débierne, obtiene el radio metálico.
Marie publica su *Traité de Radioactivité*.

1911
23 de enero. Marie Curie, cuya candidatura ha sido presentada a la Academia de Ciencias, no resulta elegida.

Diciembre. Se concede a Marie el premio Nobel de Química de ese año. Viaja a Suecia y el 11 de ese mes pronuncia la Conferencia Nobel.
Rutherford formula su modelo atómico.

1913

N. Bohr aplica los principios de la mecánica cuántica al modelo atómico de Rutherford.
Marie asiste a la inauguración de un pabellón de radioactividad en Varsovia.

1914

En julio se termina la construcción del Instituto de Radio dependiente de la Universidad de París y del Instituto Pasteur.
Al estallar la guerra de 1914, Marie logra organizar un Servicio de Radiología dependiente del Servicio de Sanidad Militar.

1918

Octubre-noviembre. Las provincias polacas declaran su independencia.

1919

Ernest Rutherford produce hidrógeno y oxígeno por bombardeo de nitrógeno con partículas alfa.

1921

Se crea la Fundación Curie.
Viaje de Marie a los Estados Unidos.

1922

Marie es designada miembro de la Comisión Internacional de Cooperación Intelectual.
Marie ingresa a la Academia de Medicina.

1923

Marie sufre una primera operación de la vista.
El 26 de diciembre se festeja el 25º aniversario del descubrimiento del radio.

1929

Segundo viaje a los Estados Unidos.

1932

29 de mayo. Marie Curie asiste a la inauguración del Instituto de Radio en Varsovia.
Descubrimiento del neutrón por James Chadwick.

1934

Irène Joliot Curie y Frédéric Joliot descubren la radioactividad artificial.
Junio. Marie es trasladada a un sanatorio de Sancellemoz (Alta Saboya).
4 de julio. Fallecimiento de Marie Curie en Sancellemoz.
6 de julio. Entierro de Marie Curie en el cementerio de Sceaux.



1



2

1. Marya Sklodowska en París en 1892.

2. Pierre Curie a los 17 años.

A fines de 1903 la Academia de Ciencias de Suecia anunció que el premio Nobel de Física de ese año había correspondido por partes iguales a Henri Becquerel y al matrimonio Curie. El que una mujer recibiera un premio científico de esta categoría a sólo dos años de comenzar a entregarse esta distinción contribuyó a dirigir la atención del público general hacia las laboriosas investigaciones que este matrimonio de científicos había emprendido en Francia en medio de grandes dificultades.
Veamos la trayectoria de ellos.

Pierre Curie

Pierre Curie nació en París el 15 de mayo de 1859 en una casa cercana al Museo de Historia Natural.
Sus padres fueron el Dr. Eugène Curie, de familia protestante originaria de Alsacia, y Claire Depoully, hija de un industrial de famila saboyarda.
El Dr. Eugène Curie (1827-1910) cuyo padre también había sido médico, siguió en París estudios de ciencias naturales y de medicina. Fue preparador en los laboratorios del Museo de Historia Natural. Tenía un gusto muy definido por la investigación científica, a la cual el ejercicio de su profesión le impidió dedicarse en forma exclusiva. De todos modos, realizó algunos trabajos sobre la inoculación de la tuberculosis. Como médico se caracterizó por su sentido social y el desinterés. Recibió una medalla al valor en la revolución de 1848 por su actuación al servicio de los heridos. Durante la "Comuna" instaló un puesto de primeros auxilios en su domicilio, cerca de una barricada. Como dirá Mme. Curie, "este acto de civismo y sus convicciones avanzadas le hicieron perder parte de su clientela burguesa". Aceptó entonces el cargo de médico inspector del Servicio de Protección a la Infancia y esto le permitió trasladarse a las afueras de París.
Tuvieron sólo dos hijos: Jacques (Paul-Jacques; 1855-1941) y Pierre. Los dos hermanos, de gustos y vocaciones semejantes, fueron muy unidos.
El vivir en los alrededores de París acordaba muy bien con el amor que Pierre Curie sentía por la naturaleza y su conocimiento de los animales y las plantas. En particular, conocía palmo a palmo las cercanías de París, escenario de largas caminatas con su hermano Jacques. Más tarde las excursiones en bicicleta que realizaría con su esposa durante los períodos de vacaciones serán testimonio de esta actitud.
Mme. Curie describió así esta modalidad: "Además de su trabajo, gustaba especialmente de las excursiones por el campo. Era sensible en grado sumo a su belleza, conocía perfectamente todos sus aspectos y sentía el encanto sereno y lleno de vida. Conocía cada rincón de los alrededores de París y admiraba su dulce variedad... Durante esas correrías vagabundas en las

que, sumergido en sus sueños, olvidaba a menudo la hora, concibió y desarrolló más de un proyecto de trabajo".

Al leer las páginas que Mme. Curie dedicara a la infancia y a la juventud de su marido es imposible no admirar el buen sentido y la ampitud de ideas que demostraron los padres de éste al reconocer que un temperamento soñador como el de Pierre se adecuaba mal a la disciplina escolar. Decidieron, pues que estudiara en su casa. Y así lo hizo, primero bajo la dirección de su padre, poseedor de una buena biblioteca científica y un gusto muy selecto por la literatura, y luego con otros profesores, en particular A. Bazille quien contribuyó mucho a su formacióu matemática.

De ese modo, sólo se sometió a la rutina de la enseñanza oficial cuando, ya recibido de bachiller en ciencias, comenzó sus estudios en la Sorbonne para licenciatura en Física. En ese entonces concurría además a la Escuela de Farmacia donde ayudaba en la preparación de los cursos de Física y trabajaba con su hermano Jacques que era ayudante de química.

A los dieciocho aos terminó su licenciatura y fue nombrado ayudante del curso de física del profesor P. Q. Desains en la Facultad de Ciencias y encargado de los trabajos prácticos de los alumnos.

Años más tarde Mme. Curie se lamentará de que Pierre, al haberse visto obligado a aceptar este puesto a causa de la situación económica de la familia, no pudiera continuar sus estudios durante dos o tres años más y mejorar así los conocimientos adquiridos durante la licenciatura, cuyo nivel, en esa época no era demasiado alto. En cambio por tener un cargo en la enseñanza pública fue dispensado de las obligaciones militares.

En 1880, Pierre Curie publica su primer trabajo científico (en colaboración con Desains) y ese mismo año realiza dos publicaciones más que son el resultado de la fructuosa colaboración con su hermano Jacques. En ellos se enuncia la propiedad que luego recibirá el nombre de *piezoelectricidad*, o sea, que en determinados lugares de la superficie de algunos cristales aparecen cargas eléctricas cuando éstos son comprimidos según ciertas direcciones. Este efecto, que es proporcional a la presión aplicada, desaparece al retirarse ésta. En estos dos trabajos se señala el efecto en cristales de diferentes sustancias y se establecen sus leyes cuantitativas. Posteriormente, a raíz de una predicción de K. Lippmann, Pierre y Jacques estudian el efecto inverso, es decir lla compresión que se produce en cristales piezoeléctricos por acción de un campo eléctrico. Estas investigaciones encerraban grandes dificultades experimentales por la necesidad de medir deformaciones pequeñas. Los hermanos Curie recibieron bastante más tarde (1898) el premio Planté por estos trabajos que condujeron a la construcción de dispositi-



1

1. Marya Sklodowska a los 15 años.

vos tal como el cuarzo piezoeléctrico que tanto se aplicaría en las mediciones de radioactividad y, a partir de la guerra de 1914, se utilizaría para la detección de submarinos.

Pero tan importante colaboración se vio prácticamente interrumpida en 1883 al ser nombrado Jacques encargado de cursos de mineralogía en la Universidad de Montpellier. Ese mismo año, Pierre ingresó en l'Ecole Municipale de Physique et de Chimie Industrielle como jefe de trabajos prácticos.

Esta escuela, que acababa de ser fundada gracias a los esfuerzos de Ch. Friedel y Paul Schützenberger, carecía de toda comodidad para realizar experiencias. Pierre tuvo que organizar por entero los trabajos prácticos y hubo de interrumpir por un tiempo las investigaciones experimentales. Aprovechó este período para completar sus conocimientos matemáticos y abordó el estudio teórico de las relaciones entre la cristalogía y la física. Desarrolló una teoría general de la simetría, de la cual, según palabras de Luis de Broglie no se han extraído todavía todas las consecuencias posibles. En particular, es notable el enfoque general que preside estos trabajos, la presentación de los mismos en forma de proposiciones y teoremas y el rigor la concisión y la elegancia con que están redactados.

Al retomar el trabajo experimental, Pierre se ocupó del estudio de los movimientos amortiguados. Este lo condujo al diseño de una balanza de precisión aperiódica con la que se puede apreciar el 1/100 de miligramo y que se conoce como balanza de Curie.

Desde 1892 a 1895, Pierre Curie realizó una amplia investigación sobre las propiedades magnéticas de los cuerpos a diferentes temperaturas, cuyos resultados son muy importantes en lo que respecta a la teoría del magnetismo.

Pierre Curie redactó estos trabajos sobre magnetismo y los presentó como tesis de doctorado en 1895, es decir a quince años de sus primeras publicaciones científicas y cuando, pese a su carácter retraído y a lo que se ha calificado como sus condiciones de "pésimo candidato" o sea, su poca ambición por los honores o por cargos mejor rentados, había llegado a ser un físico conocido y respetado. A fines de ese año, a raíz de la presentación de su tesis, se crea una cátedra de física para Curie en a misma Escuela de Física y Química.

La importancia que tuvo para esta institución el contar con un científico de la calidad de Curie se manifiesta en el siguiente pasaje de uno de sus discípulos, Paul Langevin, quien había ingresado en la escuela en 1888 y habría de sucederle como profesor:

"Volvíamos con alegría a ese laboratorio donde era un placer trabajar con él porque lo sentíamos trabajar cerca de nosotros, en la gran habitación clara llena de aparatos cuyas formas nos resultaban todavía un poco misteriosas. No titubeábamos en entrar allí a menudo para consultarlo y, algunas veces, él nos permitía participar en alguna experiencia especialmente delicada. Quizá los mejores recuerdos de mis años de colegio sean los momentos pasados junto al pizarrón donde él solía conversar suscitando en nosotros ideas fecundas y hablaba de trabajos que nos hacían gustar de la ciencia. Su curiosidad siempre despierta y comunicativa, la amplitud y seguridad de su información lo convertían en un maestro admirable, capaz de despertar en los jóvenes inquietudes espirituales."

Ese mismo año de 1895, Pierre Curie se casa con Marie Sklodowska, que unos años antes había llegado a París desde su Varsovia natal para estudiar física. La había conocido a principios de 1894.

Ella describirá más tarde su primer encuentro:

"Cuando entré, Pierre Curie se hallaba en el alféizar de una puerta que daba a un balcón. Me pareció muy joven, a pesar de tener ya treinta y cinco años. Me impresionó la expresión de su clara mirada y una ligera apariencia de abandono, su alta estatura. La palabra un poco lenta y reflexiva, la simplicidad, la sonrisa a la vez grave y juvenil inspiraban confianza..."

Al casarse, Pierre Curie tenía treinta y seis años. Su vida registraba pocos acontecimientos exteriores. Su hija Eve dirá: "El trágico fin de un amor ardiente de juventud lo había apartado de las mujeres y retraído en sí mismo". Un diario íntimo que escribió esporádicamente, las cartas que envió a su futura esposa, revelan esa mezcla de temperamento poético y clara inteligencia que caracteriza a muchos altos creadores científicos.

Cedamos nuevamente la palabra a su esposa:

"Pierre Curie fue uno de esos hombres que han hecho de su obra el fin principal de su actividad y la preocupación dominante de su vida...

"Grave y silencioso, vivía gustoso con sus pensamientos y no podía soportar la agitación exterior...

"De carácter muy recto, leal hacia sí msmo y hacia los demás, trataba en toda circunstancia de conformar sus actos a sus opiniones. Estaba convencido de que la conducta que consiste en estar de acuerdo siempre con un ideal moral elevado, descartando todo compromiso y toda diplomacia complicada, es precisamente la conducta más razonable y más útil desde el punto de vista social. A menudo tuvo necesidad de un gran valor para mantenerse dentro de esta concepción. Sin embargo, su firmeza rayana casi en la intransigencia nunca se tornaba hiriente: estaba asociada —hecho raro— a una gran dulzura de carácter; no había en ella ni acritud, ni amor propio y no producían por lo tanto roce alguno. Este fondo de dulzura unido a una gran benevolencia le aseguraban la simpatía de los que tenían ocasión de acercársele y el afecto de quienes frecuentemente estaban en relación con él. Sin embargo, era de naturaleza muy reservada y su vida interior era accesible sólo a unos pocos íntimos."

Marya Sklodowska

Esta mujer, que ha llegado a ser el símbolo de la mujer de ciencia, nació en Varsovia el 7 de noviembre de 1867. Era la quinta hija de un matrimonio de profesores que provenía por ambas ramas de la pequeña nobleza campesina venida a menos.

Su padre, Wladislaw Sklodowski, había realizado estudios científicos en la Universidad de San Petersburgo y a su regreso se había dedicado a la enseñanza.

Al nacer Marya, era profesor secundario de matemática y física y su señora dirigía en su mismo domicilio un pensionado para niñas. Pero, en 1868, cuando su marido fue nombrado profesor y subinspector de Gimnasio y se le proporcionó vivienda en la escuela, la señora Sklodowska tuvo que renunciar a su actividad.

Desde el nacimiento de Marya, la señora Sklodowska sufría de una lesión tuberculosa y, pese a los cuidados que se le proporcionaban, la enfermedad iba avanzando. En la biografía de Mme. Curie escrita por su hija Eve se dedican páginas conmovidas a los esfuerzos que hacía esta mujer para convivir con sus hijos evitando todo contacto peligroso y para conservar en el hogar una atmósfera serena.

Otro hecho entristece la infancia de Marya y de sus hermanos. Después de la fracasada insurrección de 1863, en la región de Polonia gobernada por Rusia hubo un proceso de reacción que tendía en especial a rusificar la enseñanza. En las escuelas se habían prohibido la lengua y los textos polacos y se perseguía a los profesores y funcionarios poco afectos a Rusia. Así en el otoño de 1873 se el rebajó el sueldo al señor Sklodowski y se le retiró el título de subinspector y la vivienda que ocupaba con su famiia. Este hecho, sumado a una desgraciada especulación financiera y a los gastos que exigía el tratamiento de su esposa, significó un cambio muy grande en la vida de la familia Sklodowski. Debieron tomar jóvenes pensionistas que se alojaban en la casa y a los que el profesor daba clases particulares.

A comienzos de 1876, dos de las niñas Sklodowska (Zosia y Bronia) enfermeron de tifus y murió la mayor de ellas, Zosia. Dos años más tarde, el 9 de mayo de 1878, murió la señora Sklodowska.

Marya comenzó sus estudios en un colegio particular en el cual las niñas, además de cumplir los programas oficiales rusos, recibían clandestinamente lecciones en lengua polaca sobre la historia y cultura de su país.

Marya fue siempre una alumna brillante.



1

1. *Varsovia en 1867.*

2. *Pierre Curie en su laboratorio.*

2

1



2



3

1. Casa del doctor Eugenio Curie en Sceaux.

2. La familia de Pierre Curie en 1878.

3. Marya Sklodowska a los 24 años.

Pasó luego a uno de los gimnasios del gobierno y se recibió con medalla de oro en 1883. Esta facilidad para el estudio, una facultad de abstraerse completamente en la lectura, una gran vitalidad moral de ella y de su familia le permiten atravesar sin mayores daños esa atmósfera opresiva de la que conservará algunos recuerdos terribles, como el ajusticiamiento de un estudiante, hermano de una compañera de escuela.

El padre de Marya ejercerá una gran influencia sobre toda la familia. Eve Curie dirá de él: "¿En qué país de Europa se encontraría en nuestra época un oscuro universitario con erudición semejante? Este padre de familia que equilibra con dificultad su presupuesto encuentra el tiempo necesario para aumentar sus conocimientos científicos consultando publicaciones que se procura con grandes dificultades. Le parece lo más natural del mundo estar al corriente de los progresos de la química y de la física, saber griego, latín, y además del polaco y del ruso, hablar francés, inglés, alemán. Traducir a su lengua natal en prosa y verso las obras maestras de la literatura extranjera."

Los cuatro jóvenes Sklodowski: José, Bronia, Hela y Marya terminaron sus estudios secundarios, pero sólo José podía aspirar a ingresar en la universidad pues ésta estaba cerrada a las mujeres. José realizó estudios de medicina.

Al terminar sus estudios, Marya pasó por deseos de su padre unas largas vacaciones de más de un año en el campo, en las casas de algunos parientes de provincia. Conoció así las fiestas alegres, los paseos en trineo y descubrió los paisajes montañosos de los Cárpatos.

A su regreso, comenzó a dar ecciones particulares. Junto con su hermana Bronia asiste a las sesiones de la "Universidad Volante", organización clandestina donde se dan cursos de anatomía, historia natural, sociología, se difunden las ideas positivistas y donde los alumnos enseñan a su vez a obreros y empleados. Esta iniciativa constituye una de las manifestaciones de los deseos de autosuperación de los polacos. Pero ni Bronia ni Marya se resignan a no cursar estudios superiores. La mayor intenta ahorrar un capital que le permita estudiar medicina en París. Marya ofrece posponer sus aspiraciones y emplearse como institutriz para ayudar a costear los estudios de su hermana.

Marya comienza sus nuevas tareas en setiembre de 1885. Las desempeña durante unos meses en la misma Varsovia y luego pasa a la localidad de Szczuki, a unos cien kilómetros al norte de esta ciudad. En la casa de la familia Zurawski, cuyo jefe es un agrónomo distinguido, pasará más de tres años. Tiene allí su primer romance con el hijo mayor, estudiante de la Universidad, pero la familia se opone al casamiento de los jóvenes. El descubrimiento de los prejuicios sociales y la incomprensión representarán para Marya una experiencia muy dolorosa.

En este período, además de sus obligaciones de enseñanza y de algunas clases que da a obreros y campesinos, trata de mejorar sus conocimientos. Más tarde se referirá a estos esfuerzos:

"La literatura me interesaba tanto como la sociología o las ciencias, no obstante, en el curso de estos años, al intentar poco a poco descubrir mis preferencias reales, me convencí plenamente de que éstas eran la matemática y la física.

"Los estudios solitarios estaban llenos de dificultades. En el colegio había recibido una educación científica muy incompleta, muy inferior al programa del bachillerato en Francia. Intentaba completarlo como podía, con la ayuda de los libros que tenía a mi alcance. Este método no era muy eficaz. Sin embargo, adquirí la costumbre del trabajo independiente y aprendía algunas cosas que luego me resultaron útiles..."

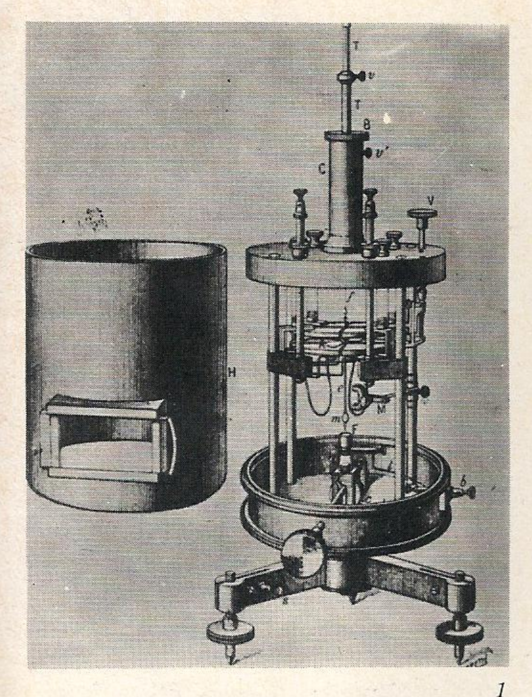
En abril de 1888, el señor Sklodowski, ya retirado de la enseñanza, acepta la dirección de un correccional de niños para poder ayudar a sus hijas. Marya puede ir reuniendo un capital para sus propios estudios. Regresa a Varsovia con una nueva colocación y, cumplido su contrato, retoma las lecciones particulares. Concurre además al "Museo de la Industria y de la Agricultura" que dirige un primo suyo, José Boguski, pues allí puede realizar experiencias de laboratorio.

En setiembre de 1891 se decide a viajar a París. La ciudad la deslumbra. Además de representar la posibilidad de cursar estudios superiores, constituye su primer contacto con una atmósfera de libertad.

Se inscribe en la Facultad de Ciencias de la Sorbona pues proyecta estudiar la licenciatura en Física. En un comienzo vive con su hermana Bronia, quien se ha casado con un compañero de estudios, el polaco Casimir Dluski. Luego se decide a mudarse más cerca de la universidad para no restarle tiempo al estudio. Vive así en sucesivas habitaciones modestísimas y frías adonde traslada el pobre mobiliario que ha traído de Polonia. Se alimenta de cualquier manera y cuida avarienta de no sobrepasar su presupuesto de tres francos diarios.

Sin embargo, Marie (pues ha afrancesado su nombre) conserva un recuerdo muy hermoso de estos años de vida dura y esfuerzos continuos. En ellos completa las lagunas de su preparación y cursa brillantemente la licenciatura en Física (1893) y en Matemática (1904).* Durante las va-

* A fines de siglo pasado no eran muchas las mujeres que seguían estudios superiores en Francia, pero su número iba aumentando con rapidez. Entre ellas abundaban las extranjeras. En el período que va de 1888 a 1898 se otorgaron 84 títulos de Bachiller en Ciencias y 20 de licenciadas en ciencias.



1

2

1. *Electrómetro construido por Pierre Curie.*

2. *Notas de Marie Curie sobre radioacividad.*

caciones regresa siempre a Varsovia. En setiembre de 1893 le hubiera resultado muy difícil volver a París de no habérsele concedido la Beca Alexandrowitch destinada a estudiantes distinguidos que completaban sus estudios en el extranjero.

Para costearse sus estudios da a veces clases particulares y realiza algunas tareas que le confía uno de sus profesores, G. Lippmann. En particular, a comienzos de 1894 está realizando en el laboratorio del profesor Lippmann un estudio sobre el magnetismo de aceros templados que ha sido encargado por la *Société d'Encouragement de l'Industrie Nationale.* Conoce entonces a Pierre Curie en la casa de un físico polaco que, para ayudar a Marie, quiso ponerla en contacto con un especialista en magnetismo.

Esta relación casual se transforma rápidamente en amistad y poco tiempo después, Pierre pide a Marie que se case con él. Para ella este casamiento significa abandonar muchos proyectos: el regreso a Polonia junto a su familia para dedicarse a la enseñanza como lo había planeado y para ser útil a su patria.* Por eso en un primer momento lo desecha. En las vacaciones de 1894 regresa como de costumbre a Polonia sin estar muy segura de volver.

Pierre le escribe largas cartas:

"Nos hemos prometido (¿no es cierto?) mantener, cuando menos, una gran amistad. ¡Con tal que no cambie usted de idea!... Y, no obstante, sería algo hermoso en lo que no me atrevo a creer el hecho de pasar la vida uno junto al otro hipnotizados en nuestros sueños: *su* sueño patriótico, *nuestro* sueño humanitario y *nuestro* sueño científico.

"De todos estos sueños, sólo creo legítimo este último. Quiero decir con esto que somos impotentes para cambiar el estado social y, aunque así no fuera, no sabríamos qué hacer, y si actuamos en algún sentido no estaríamos seguros de no haber empeorado las cosas al retardar alguna evolución inevitable. En cambio, desde el punto de vista científico, el terreno es mucho más sólido y todo descubrimiento, por pequeño que sea, es una conquista..."

En octubre, Marie regresa a París y el 26 de julio del año siguiente se casan. El matrimonio fue sólo civil, pues Marie había perdido en la adolescencia la fe católica en la que había sido educada y Pierre, hijo de un librepensador, no había recibido educación religiosa alguna. El padre de Marie y su hermana Hela viajaron a París en esa ocasión.

Después del casamiento, Pierre y Marie partieron en dos flamantes bicicletas a recorrer la región de l'Ile de France. Durante su vida de casados han de repetir estas excursiones siempre que les es posible.

Marie escribirá de una de estas ocasiones: "Conservo un recuerdo luminoso de un día de sol en que tras una cuesta larga y penosa atravesamos el prado verde y fresco de Aubrax entre el aire puro de las altas mesetas. Otro recuerdo vivo es el de un crepúsculo en la garganta del Truyère en que nos demoramos escuchando una canción popular que moría a lo lejos y que provenía de una barca que descendía a flor de agua. Por no haber previsto bien nuestras etapas, no pudimos llegar a la pensión antes de la aurora. Un encuentro con unos carros cuyos caballos se asustaron de nuestras bicicletas, nos obligó a caminar a campo traviesa por tierras y sembrados. Luego tomamos la carretera por la alta meseta, bañada por a luz irreal de la luna, y las vacas que pasaban la noche tras los cercados se aproximaban gravemente para contemplarnos con sus grandes ojos tranquilos."

A su regreso a París iniciaron una vida muy laboriosa. Marie logró adquirir experiencia de ama de casa, de la que carecía en absoluto pues cuando estudiante soltera había tratado de suprimir todo cuanto fuera ajeno a sus estudios. Continuaba con sus investigaciones sobre aceros, que ahora realizaba en la Escuela de Física y Química, y se preparaba para los exámenes de "agregación" que la habilitarían para enseñar en Francia.

Pierre había iniciado un estudio sobre la velocidad de crecimiento de cristales.

En 1896, Marie pasó brillantemente el concurso de agregación. Al año siguiente concluyó y redactó su trabajo sobre la imantación de los aceros. El 12 de setiembre de ese año nació el primer hijo del matrimonio Curie, una niña a la que llamaron Irene. Pero, en los planes de Marie no entraba interrumpir su carrera científica por este hecho y decidió comenzar un trabajo para la tesis del doctorado. Al considerar junto con su marido los posibles temas de interés, se detienen en los trabajos de Becquerel acerca de las radiaciones que emiten los compuestos de uranio.

El siglo XIX se había iniciado con el descubrimiento de la pila eléctrica que hacía posible la obtención de una corriente estable de electricidad (hasta entonces sólo se disponía de corrientes de descarga). Esto amplía enormemente el campo de la ciencia eléctrica y en él se suceden los descubrimientos: la descomposición de substancias por la electricidad, el estudio de los fenómenos de interacción entre la electricidad y el magnetismo con sus importantes aplicaciones a la técnica, la enunciación de la teoría electromagnética de la luz y su aplicación a comienzos de este siglo a la radio y la radiotelegrafía.

En el campo de la química, los progresos

* Años más tarde dirá: "Habiendo crecido en una atmósfera de patriotismo reprimido por la opresión ejercida sobre Polonia, quería como tantos otros jóvenes de mi país contribuir por medio de mis esfuerzos a la conservación del espíritu nacional".

no habían sido menos considerables. Hacia comienzos de siglo, la formulación de las leyes de la química introduce a esta ciencia en su etapa cuantitativa. Se postula una hipótesis atómica, que permite deducir la constitución de los cuerpos a partir de los datos del análisis químico. En 1869 la ordenación de los elementos según su peso atómico y las regularidades que acusan las propiedades de los elementos así distribuidos (regularidades que hasta permiten predecir las propiedades de elementos aún no descubiertos) confieren peso a esta hipótesis.

Pero, el panorama de las ciencias físicas que parecía haber alcanzado un estado de tal plenitud va a sufrir pronto un profundo cambio.

Un campo de experiencia concentraba la atención de los físicos hacia fines de siglo: la descarga eléctrica en gases enrarecidos (es decir, en tubos en los que se ha practicado un vacío casi completo). A más de lo vistoso de estas experiencias (recordamos que los carteles luminosos característicos de las ciudades modernas se basan en este fenómeno), ellas revelaron ser un campo de investigación muy rico. Permitieron dilucidar la naturaleza de la electricidad, es decir, determinar que ésta era transportada por partículas de masa muy pequeña, los electrones, lo que significó el fin del concepto del átomo como límite último de la división de la materia. Pero antes de alcanzarse este resultado, que data de 1897, se revelaron fenómenos muy curiosos en las proximidades de los tubos de descarga. El médico alemán C. Röntgen (1845-1923) al investigar la luminiscencia * que se producía en los tubos de descarga observó que una hoja de papel recubierta con platinocianuro de bario próxima a un tubo (que había sido envuelto previamente con papel negro) se volvía luminiscente. Concluyó que esta luminiscencia era causada por algún tipo de rayos penetrantes a los que dio el nombre de rayos X. Estos rayos, además de producir luminiscencia, oscurecían o velaban placas fotográficas recubiertas de papel negro o encerradas en una caja. Tenían, pues, la propiedad de atravesar ciertos cuerpos que son opacos a la luz ordinaria. Röntgen lo comprobó fotografiando diversos cuerpos, es decir, obtuvo las primeras radiografías.

El anuncio de este descubrimiento atrajo considerable atención no sólo en el mundo científico. El gran público adquirió conciencia de los resultados sorprendentes a los que podía conducir la ciencia pura. Además de dedicarse a radiografiar toda clase de objetos, los hombres de ciencia comenzaron a estudiar las propiedades de estos rayos, una de las cuales era la de volver conductores a los gases.

En la Academia de Ciencias de París, al comunicarse el descubrimiento de Röntgen se planteó el problema de si la luminiscencia no sería el origen de los rayos X. El físico francés Henri Becquerel (1852-1908) decidió comprobar si los rayos X no acompañaban a otras variedades de luminiscencia. Investigó sin mayores resultados varias substancias fluorescentes hasta que al probar un compuesto de uranio (el sulfato de uranilo y potasio) comprobó que efectivamente este compuesto emitía por acción de la luz radiaciones penetrantes que atravesaban cuerpos opacos y permitían obtener radiografías de los mismos. Pero una circunstancia fortuita hizo cambiar sus conclusiones. Cuando preparaba una nueva experiencia, el tiempo desmejoró. Guardó entonces en un cajón los cristales de sal apoyados sobre una placa radiográfica envuelta y allí los dejó por unos días. Al sacarlos, decidió revelar la placa y comprobó con gran sorpresa que, pese a que los cristales no presentaban luminiscencia pues no habían sido expuestos a la luz, la placa había sido impresionada e incluso más que en casos anteriores. Becquerel repitió la experiencia con idéntico resultado y presentó una comunicación a la Academia de Ciencias en la sesión del 2 de marzo de 1896. En el curso de ese año ha de presentar varias otras memorias en las que describe las propiedades de estas radiaciones invisibles, entre ellas la de descargar cuerpos electrizados, es decir, de volver conductor al aire, y la de ser absorbidas por diversas substancias. Estudia diversas sales de uranio y comprueba que todas ellas dan resultados comparables sean o no luminiscentes y tanto si se utilizan cristalizadas fundidas o disueltas. Concluyó entonces que el efecto era causado por el elemento uranio y que, por lo tanto, el metal puro habría de provocar efectos más pronunciados, hecho que verificó. En su memoria del 26 de noviembre de 1896 denominó *uránicos* a estos rayos.

Ese año, en el Cavendish Laboratory (Cambridge) el físico inglés J. J. Thomson (1856-1940) había comenzado a estudiar los efectos de los rayos X sobre la conductividad de los gases. Un joven que había llegado el año anterior de Nueva Zelandia con una beca de investigación comenzó a colaborar en este estudio después de las vacaciones de Pascua. Se trata de Ernest J. Rutherford (1871-1937), el futuro Baron Rutherford of Nelson. Al año siguiente, Rutherford amplió el campo de investigación estudiando los efectos de los rayos uránicos sobre la conductividad de los gases.

Pero, a fines de 1897, cuando Mme. Curie decide elegir como tema de tesis los rayos uránicos, lo único que encuentra publicado sobre el tema son las memorias de Becquerel.

Un trabajo de tesis y dos nuevos elementos químicos

Marie Curie comienza a estudiar la conductividad del aire provocada por los rayos uránicos y busca si otras substancias que no sean compuestos de uranio causan un efecto semejante. Mide la conductividad por medio de un electrómetro y un cuarzo piezoeléctrico. Este dispositivo muy preciso le permite comparar con seguridad las conductividades que determinan los compuestos que estudia. Concluye que todos los compuestos de uranio son activos y corrobora que su actividad es tanto mayor cuanto mayor es su contenido de uranio. Menciona que ha encontrado una ligera actividad en los compuestos de algunos otros metales, pero que sólo los compuestos del torio la acusan claramente.* Es decir, la presentarían sólo los derivados de los dos elementos de mayor peso atómico. Estos resultados fueron expuestos en una memoria presentada a la Academia de Ciencias el 12 de abril de 1898, en la que aparece también la siguiente afirmación importante: "Dos minerales de uranio: la pechblenda (óxido de uranio) y la calcolita (fosfato de cobre y uranilo) son mucho más activos que el mismo uranio. Este hecho es notable y hace pensar que estos minerales pueden contener un elemento mucho más activo que el uranio." Este elemento se encontraría como impureza pues por métodos químicos prepara una de las substancias (la calcolita) al estado puro y comprueba que presenta sólo la radioactividad que le corresponde por su contenido en uranio.

Es necesario destacar que este razonamiento que hoy nos parece obvio no lo era de ningún modo en una época en que no se tenían ideas seguras acerca de la radioactividad. Significaba aceptar plenamente la hipótesis de trabajo de que la radioactividad era una propiedad atómica.

El interés de estas investigaciones hace que Pierre Curie abandone sus estudios sobre velocidad de crecimiento de los cristales y una sus esfuerzos a los de su esposa.

El 28 de julio presentan en común una comunicación a la Academia de Ciencias, *"Sur une substance nouvelle radioactive contenue dans la pechblende"* [Sobre una substancia nueva radioactiva contenida en la pechblenda], en la cual confirman la suposición anterior. En efecto, al someter la pechblenda al análisis químico, encontraron una substancia activa en la misma fracción que el bismuto. Ensayaron separaciones que no pudieron realizar en forma completa, pero que les permitieron señalar la presencia de una substancia cuya actividad es aproximadamente cuatrocien-

* Los fenómenos de emisión de luz estimulada por una radiación externa se clasifican en: *Fluorescencia* caraterizados por la emisión durante el período en que actúa la radiación externa; *Fosforescencia* cuando persisten después que cesa la radiación externa y *luminiscencia* término genérico que incluye a los dos anteriores y a otros tipos de emisión radiante.

* La radioactividad del torio fue descubierta independientemente por G. C. Schmidt.

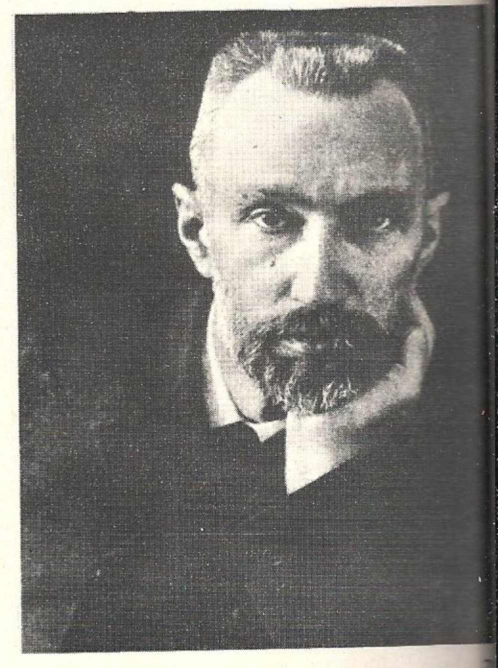
1. Pierre y Marie Curie en 1895, año de su casamiento.

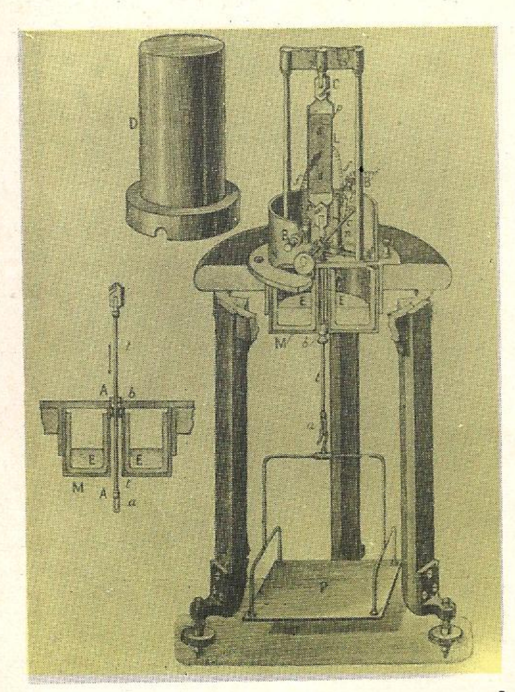
2. Pierre Curie.

3. Cuarzo piezoeléctrico de Pierre Curie.

4. Los esposos Curie en 1904.

1





3



4

tas veces mayor que la del uranio. Suponen que esta substancia contiene un nuevo metal que se asemeja al bismuto en sus propiedades químicas y, si se llegara a confirmar su existencia, se proponen llamarlo "polonio" por "el nombre del país de origen de uno de nosotros". En este trabajo se utiliza por primera vez el término "radioactivo" que parece haber sido acuñado por Mme. Curie.*

El 26 de diciembre de 1898 presentan en colaboración con G. Bémont una memoria, *"Sur une nouvelle substance fortement radioactive contenue dans la pechblende"* [Sobre una nueva substancia fuertemente radioactiva contenida en la pechblenda]. G. Bémont era jefe de trabajos prácticos de Química en la Escuela Municipal de Física y Química y ya había ayudado a los Curie con su experiencia, al intentar el aislamiento del polonio. En esta memoria se señala la presencia de una nueva substancia activa que en el curso del análisis químico se presentaba en la fracción del bario. En rigor, no han logrado ni por asomo una separación total del cloruro de este elemento con respecto al cloruro de bario, pero no obstante esto llegaron a determinar actividades novecientas veces mayores que las del uranio. Además, al realizar E. A. Demarcay (1852-1904) el estudio espectroscópico de este cloruro había podido localizar una raya que no correspondía a ningún espectro conocido. Anuncian el propósito de llamar "radio" a este nuevo elemento.

Era, pues, necesario confirmar la presencia de estos nuevos elementos. Téngase en cuenta que debían estar en cantidad tan pequeña como para que hasta entonces el análisis químico no los hubiera acusado. Una de las muestras de pechblenda estudiadas provenía de una mina de Bohemia, la mina de St. Joachimstal**, conocida desde el siglo XVI y muy famosa entonces por sus riquezas en minerales de plata. Hacia mediados del siglo XIX se había comenzado allí a extraer los minerales de uranio para la producción de pigmentos. Pero, ya a fines del siglo anterior, el químico alemán M. H. Klaproth había aislado en la pechblenda lo que él creyó un nuevo elemento y al que denominó urano.*** Quiere decir que un siglo después podía considerarse que este mineral había sido analizado con la precisión suficiente como para que su composición fuera perfectamente conocida.

¿Por qué podía abrigar el matrimonio Curie la esperanza de detectar este nuevo elemento? Porque contaba con una nueva técnica para complementar el análisis químico: la medición de la radioactividad de las substancias. En efecto, cada etapa de a separación química era acompañada por medidas de radioactividad que permitían localizar en qué fracción se encontraba la substancia activa.

Se plantearon pues la tarea de aislar estos nuevos elementos sin tener una idea lo suficientemente clara de la escasísima proporción en que se encontraban. Necesitaban materia prima en cantidad y un lugar apropiado para manejar esta cantidad de material.

Mme. Curie había realizado las primeras experiencias de radioactividad en el lugar de que disponía su marido para sus investigaciones propias en la Escuela de Física y Química: un taller que se utilizaba además de depósito y de sala de máquinas. Pero cuando tuvieron que encarar tratamientos químicos, como no podían hacerlos ahí mismo por peligro de que se arruinaran los aparatos, lograron la autorización de usar un galpón frente al taller, que en una época había servido provisionalmente para los trabajos prácticos de la Escuela de Medicina.

Marie lo describirá así:

"En ese galpón de suelo alquitranado, con un techo de vidrio que no alcanzaba a protegernos de la lluvia, que en verano parecía un invernadero y al que una estufa de hierro calentaba muy mal en invierno, hemos pasado los mejores y más felices años de nuestra existencia, años de jornadas enteras dedicadas al trabajo. Aunque no disponíamos de los aparatos que facilitaban la labor del químico, pudimos realizar allí con mucho esfuerzo un gran número de tratamientos sobre cantidades crecientes de materia. Cuando el tratamiento no podía realizarse afuera, las ventanas abiertas dejaban escapar los vapores nocivos."

Años más tarde W. Ostwald se referirá a esta instalación:

"En vista de mi insistencia me llevaron al laboratorio Curie donde hacía poco se había descubierto el radio. Los Curie estaban de viaje. Formaba como una cruz entre un establo de caballería y una despensa de patatas y de no haber visto la mesa de trabajos con los aparatos químicos hubiera creído que se trataba de una burla."

Como materia prima consiguieron que el gobierno de Austria les cediera una tonelada de residuos del mineral pechblenda del cual ya se había extraído el uranio.

Aunque Pierre y Marie comenzaron en colaboración las tareas de aislamiento del radio pronto Pierre dedicó atención preferente al estudio de las radiaciones y de las propiedades físicas de este elemento. Marie se ocupó así principalmente de las tareas químicas. De ella se ha dicho que era el miembro químico del matrimonio y que el ataque general del problema desde el punto de vista químico tanto en concepción como en ejecución era suyo en su totalidad o en su mayor parte. Por lo tanto en una etapa en que el trabajo químico era vital su contribución fue muy importante (A. S. Russell).

Aunque quizás no haya que tomar esta afirmación al pie de la letra,* ella puede sorprendernos si recordamos que Mme. Curie había cursado específicamente estudios de Física y Matemática. Quizás, más que una diferencia de enfoque, señale en Marie una actitud más batalladora y más tenaz. Proporciona además un buen ejemplo del entrecruzamiento que el descubrimiento de la radioactividad ha de producir entre la Física y la Química.

Veamos cómo va progresando este aislamiento. En una comunicación de 1899, Marie describe los resultados que ha obtenido en sus intentos de determinar el peso atómico del radio, en rigor del metal que existe en el cloruro de bario radífero. Aun cuando no cuenta con una cantidad suficiente de material para hacer determinaciones precisas del peso atómico, la variación del peso atómico del bario a medida que las fracciones se van haciendo más y más radioactivas, así como las determinaciones espectroscópicas "parecen probar que el elemento hipotético que hemos lamado radio existe efectivamente y que posee un peso atómico más elevado que el del bario".

Sólo tres años más tarde, en 1902, presenta una comunicación en que atribuye al radio un peso atómico de 225 con un error menor que la unidad. Este dato fue obtenido con una muestra de alrededor de un decigramo de cloruro de radio perfectamente puro que representó "la culminación de un esfuerzo supremo de fe y perseverancia científica" (S. Glasstone).

En esta memoria se señala que el cloruro de radio puro anhidro es espontáneamente luminoso. En el libro de Eve Curie se describirá este hecho en forma menos escueta. Una noche, el matrimonio vuelve al laboratorio: "Y en el galpón oscuro en donde las preciosas parcelas, en sus minúsculos recipientes de cristal, están —a falta de armarios— colocadas sobre las mesas y en estantes clavados en la pared, sus siluetas fosforescentes, azuladas, brillantes aparecen suspendidas en la noche... Marie recordará siempre esta noche feérica de bichos de luz."

Einstein se refirió a esta realización de Mme. Curie de este modo:

"La mayor hazaña científica de toda su vida —la demostración de la existencia de

* En su Conferencia Nobel de 1911, Marie dirá: "He llamado radioactivas a todas las sustancias que emiten esa radiación, y la nueva propiedad de la materia revelada en esa emisión ha recibido, por lo tanto, el nombre de *radioactividad*".

** Hoy Jáchimov (Checoslovaquia).

*** Luego se comprobó que se trataba de un óxido de uranio. El aislamiento del metal sólo se realizó en 1841.

* Irene Joliot-Curie, al referirse a los cuadernos de laboratorio de sus padres, ha de decir: "Contrariamente a lo que se cree generalmente, Pierre Curie se ocupó tanto del trabajo químico como de las medidas físicas y se encuentra un gran número de esquemas de tratamiento escritos por él. También hizo algunas determinaciones del peso atómico del bario radífero".

elementos radioactivos y su aislamiento— pudo ser realizada no sólo merced a una intuición osada, sino también a una abnegación y a una tenacidad de ejecución en medio de las mayores dificultades imaginables que la historia de la ciencia no ha presenciado a menudo."

En 1903 Marie Curie presenta su trabajo de tesis: *Recherches sur les substances radioactives* [Investigaciones sobre as substancias radioactivas]. En la introducción se refiere a que el tema de a radioactividad va sufriendo modificaciones de día en día puesto que es objeto de activísimos estudios por parte de investigadores de varios países. "Sin embargo, desde el punto de vista químico un punto está definitivamente establecido: la existencia de un elemento nuevo fuertemente radioactivo: el radio. La preparación del cloruro de radio puro y la determinación del peso atómico del radio constituyen la parte más importante de mi trabajo personal. Este trabajo, al mismo tiempo que agrega a los cuerpos simples que actualmente se conocen con seguridad, un nuevo cuerpo simple de propiedades muy curiosas, estabece y justifica un método nuevo de investigación. Este método basado sobre la radioactividad considerada como una propiedad atómica de la materia es precisamente el que nos permitió al señor Curie y a mí descubrir la existencia del radio."

Panorama de la radioactividad

Tengamos en cuenta que a los primitivos elementos radioactivos, uranio y torio, no sólo se habían agregado el radio y el polonio. A sugerencia de los Curie, un joven químico, André Debierne (1874-1949), había investigado otra fracción de la pechblenda y señalado en ella en 1899 un nuevo elemento, el actinio. Pero el más interesante de todos estos elementos era el radio, entre otras causas por la intensidad de sus radiaciones.

Además, el estudio de las propiedades físicas de las radiaciones de estas substancias revelaba una serie de hechos curiosos. Algunos de ellos fueron descubiertos por el matrimonio Curie, otros por Pierre Curie solo o con algunos colaboradores. Pero la comprobación de gran parte de estos hechos, así como la primera teoría general de las transformaciones radioactivas, fueron aporte del grupo de trabajo que había logrado formar el joven Rutherford en la Universidad Mc. Gill en Montreal, a la que perteneció desde 1898 hasta 1907.

A poco del descubrimiento de la radioactividad se planteó el origen de la energía que se desprendía en forma continua como radiaciones. (A esto se agregó luego el descubrimiento de que el radio desprendía calor espontáneamente: P. Curie y A. Laborde, 1903.) Cuando sólo se trabajaba con compuestos de uranio y torio en los que la intensidad de radiación no es muy grande, este problema no alcanzó la importancia que había de tener al utilizarse el radio, cuya actividad era más de un millón de veces superior a la del uranio. ¿Qué hipótesis podían formularse acerca del origen de esta energía? Si se admite que la radioactividad es una propiedad atómica y se supone el cumplimiento de los Principios de la Termodinámica, la energía debe provenir o del interior del átomo o del exterior de éste. En este último caso, determinados átomos, los átomos radioactivos, sólo actuarían como mecanismos que pueden obtener del exterior la energía que desprenden. La primera suposición —la de que la energía se libera en el interior del átomo— conduce a admitir una transformación interna de éste, es decir, implica abandonar el concepto de los átomos eternos e inmutables. Implica también replantear el antiquísimo problema de la posibilidad de transmutación de los elementos, es decir, la posibilidad de que un elemento pueda transformarse en otro, creencia que había guiado tantos fracasados experimentos de los alquimistas.

Los esposos Curie expusieron desde un principio en sus memorias los posibles orígenes de la energía sin decidirse por ninguna explicación. Sin embargo al parecer se inclinaron hacia la hipótesis que señalaba como origen de la energía el exterior del átomo, pues encontraron la otra explicación demasiado audaz. Ésta fue postulada en 1902 y 1903 por Rutherford y uno de sus colaboradores, el químico inglés Frederick Soddy (1877-1956).

Consideremos rápidamente los descubrimientos que condujeron a esta formulación. En 1899, Rutherford distinguió dos tipos de rayos en la radiación del uranio a los que llamó α y β. El torio presentaba un tercer tipo descubierto en 1900 por P. Villard que posteriormente se denominaron rayos γ. Los tres tipos de rayos tienen características muy diferentes que fueron estudiadas principalmente por P. Curie y algunos colaboradores, Becquerel y el grupo de Rutherford.

El comportamiento del torio que, a sugerencia de Rutherford, había estudiado R. B. Owens en Montreal pareció indicar el desprendimiento de un gas radioactivo al que Rutherford dio el nombre de "emanación" (1900). Al mismo tiempo, F. E. Dorn señaló en Alemania que del radio se desprendía une emanación gaseosa. Este gas permitía explicar los fenómenos de radioactividad inducida * que, como lo señalaron los Curie en 1899, se manifestaban en las proximidades de las preparaciones de radio.

La naturaleza material de la emanación de radio, que Rutherford había aceptado desde un principio, fue comprobada cuando se la pudo licuar haciendo uso del aire líquido (Rutherford y Soddy, 1903) y cuando al año siguiente se obtuvo su espectro (Ramsay y Collie).

Por otra parte, el químico inglés William Crookes (1832-1919) comunicó en 1900 que al intentar obtener uranio químicamente puro, pudo separar del uranio una substancia altamente radioactiva a la que denominó uranio X. Concluyó que esta substancia era responsable de toda la actividad del uranio.

Becquerel, aunque admitía que la separación del uranio X dejaba inactivo al uranio, no estuvo de acuerdo con esta conclusión, pues postulaba que las sales de uranio recuperaban su actividad con el tiempo. En 1901 verificó experimentalmente esta suposición al comprobar que compuestos de uranio que se habían inactivado volvían a recuperar toda su actividad después de 18 meses.

En 1902, Rutherford y Soddy llegaron a la misma conclusión a raíz de sus experiencias con compuestos de torio (en que el proceso, mucho más rápido, era cuestión de días).

Para dar cuenta de estos hechos, Rutherford y Soddy formularon su teoría de la desintegración radioactiva en 1902 y la ampliaron en 1903. En ésta sugerían que los átomos de los elementos radioactivos se desintegran espontáneamente con formación de átomos de otros elementos químicos. Se trataba pues de una suposición bien audaz y podría parecernos lógico que en un principio fuera muy resistida. Sin embargo no lo fue tanto como era de suponer. El presidente de a Real Academia de Ciencias de Suecia al entregarle en 1908 el Premio Nobel de Química a Rutherford dirá:

"La teoría de la destintegración, a pesar de la audacia con que atacó e hizo caer el concepto de la estabilidad de los elementos que todos los químicos aceptaban, obtuvo con notable rapidez la aprobación y el reconocimiento generales. Este hecho puede atribuirse muy bien a la claridad y a la sistematicidad que introdujo en el dominio de la radiología."

Había pues una teoría que proporcionaba un hilo conductor para la investigación. Rutherford estudió con varios de sus colaboradores las etapas sucesivas de la transformación del radio. En 1911 se habían descubierto aproximadamente unos treinta elementos radioactivos. En un principio se los agrupó en cuatro familias que, luego, al comprobarse que el radio era un derivado del uranio, se redujeron a tres.

La presencia simultánea de helio y radio en muchos minerales de uranio como las arenas monacíticas era un hecho que había llamado la atención y que hacía pensar que el helio fuera uno de los productos de la radioactividad. Esto fue establecido sin dejar lugar a dudas en 1903 cuando W. Ramsay (1852-1916) y Soddy iniciaron

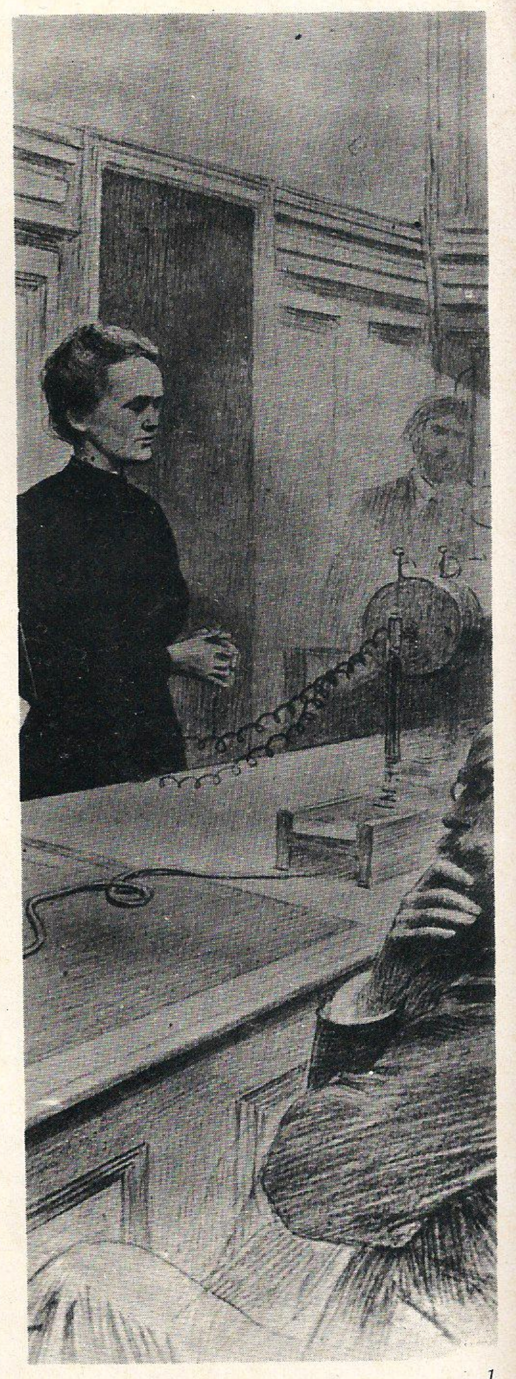
* Se denominó radioactividad inducida o excitada a la actividad temporaria que presentan los cuerpos que están cerca de una sustancia radioactiva. Fue descubierta casi simultáneamente por el matrimonio Curie en el radio y por Rutherford en el caso del torio.

un estudio minucioso de la emanación del radio. Comprobaron que era un gas verdadero (Ramsay determinó además su peso atómico) y llegaron a un resultado sorprendente: cuando trataron de observar el espectro de la emanación se encontraron con el espectro del helio. Ramsay dirá en sus notas autobiográficas:
"Por primera vez pudimos observar una transmutación ya que no puede existir duda alguna, sobre la naturaleza elemental del radio, puesto que, como lo demostró la señora Curie, éste es un metal que forma sales semejantes a las del bario. Tampoco puede dudarse de que el helio sea un elemento tal como se lo entiende comúnmente."
Por lo tanto ya eran bien importantes los cambios que la radioactividad había introducido en los conceptos básicos de la química.
Pero, a las propiedades notables que ya se habían detectado debían agregarse otras en un campo diferente: se trata de los efectos fisiológicos causados por la radioactividad. Las primeras observaciones al respecto fueron hechas en Alemania en 1900. Para verificarlas Pierre Curie sometió su brazo durante diez horas a la acción de una muestra de cloruro de bario que contenía radio. En una de sus memorias describe con todo detalle los notables efectos causados: a los 52 días quedaba todavía una llaga de un centímetro cuadrado de superficie de aspecto grisáceo que indicaba una mortificación más profunda. En esa misma memoria se indican los efectos que Becquerel o Mme. Curie habían sufrido involuntariamente al trabajar con radio y se señala también que las manos se atacan al trabajar con productos muy activos.
Los efectos fisiológicos de la radioactividad se comienzan a estudiar muy activamente. En una memoria de 1903, Pierre Curie señala que se está ensayando la utilización del radio en el tratamiento del lupus y del cáncer. En un trabajo posterior (1904), Pierre Curie estudia en coaboración con Ch. Bouchard y V. Balthazar la acción fisiológica de la emanación del radio sobre ratones y cobayos.
Los peligros a los que estuvieron sometidos los primeros científicos que trabajaban en estos temas constituye algo bien digno de meditarse. A más de medio siglo los manuscritos y cuadernos de laboratorio del matrimonio Curie señalaban todavía radioactividad residual. Rutherford afirmaba que el aliento de F. O. Giesel, químico alemán que desde 1899 se dedicó a a fabricación del radio, era fuertemente radioactivo.
Consideremeos además que incluso mucho después de reconocerse los efectos fisiológicos de los rayos X o de las substancias radioactivas no se planteó seriamente el problema de la protección de los investigadores. En efecto, recién en la década de 1920 se comenzaron a tomar medidas de protección en los Estados Unidos y en Gran Bretaña.

En una memoria de 1903, Pierre Curie se refiere a la importancia que había alcanzado el campo de la radioactividad:
"Los resultados obtenidos modifican las ideas que se podían abrigar sobre la invariabilidad del átomo, acerca de la naturaleza de la masa de los cuerpos y de la energía diseminada en el espacio. Por lo tanto, hay que replantear las cuestiones más fundamentales de la ciencia. Los fenómenos radioactivos, además del interés teórico que poseen, proporcionan nuevos medios de acción al físico, al químico, al fisiólogo y al médico."
Además, se había creado toda una industria del radio. Los Curie nunca quisieron patentar el método utilizado para la extracción de éste y facilitaron muestras radioactivas a otros investigadores. Desde 1899, con la coaboración de A. Débierne, habían logrado organizar un primer ensayo de tratamiento industrial en las instalaciones que les había facilitado la *Société Centrale des Produits Chimiques*. En 1904, un industrial francés Armet de Lisle * decidió establecer una verdadera fábrica de radio en vista de la utilización médica de este metal. Contó con colaboradores que habían sido formados por los Curie.
En Alemania, ya en 1899, F. O. Giesel (1852-1927) había fabricado con fines comerciales muestras de sales de radio que en un principio fueron muy impuras y había distribuido generosamente gran parte de ellas entre los investigadores de los diferentes países.

La vida cotidiana del matrimonio Curie

Hasta ahora nos hemos referido a la vida científica de los Curie en los años siguientes a su casamiento, años que ven el nacimiento de la ciencia de la radioactividad y su desarrollo explosivo. Pero, casi nada hemos dicho en su vida familiar.
Al casarse, los Curie contaban con el sueldo de Pierre como profesor de física en la Escuela Municipal de Física y Química. Este sueldo de 500 francos mensuales les permitía vivir sin lujo alguno, pero sin grandes privaciones, mientras Marie preparaba primero su concurso de agregación y luego su trabajo de tesis.
Las cartas que Marie enviaba a su padre y hermanos en Polonia contienen muchas referencias a su vida diaria:
"...en casa todo va bien. La vida es agradable. Poco a poco voy arreglando mi departamento, pero procuro conservar un estilo que no exija gran cuidado, pues tengo muy poco servicio: una mujer que viene



1

1. Marie Curie dictando una clase.

* Este industrial subvencionó la primera publicación especializada sobre radioactividad: se trata de la revista *Le Radium. La radioactivité et les radiations. Les Sciences qui s'y rattachent et leurs applicatioons*, que apareció en París desde 1904 a 1919 y al año siguiente se fundió con el *Journal de physique théorique et appliquée* con la denominación de *Journal de physique et le radium.*

1. Pierre y Marie Curie.

2. Marie Curie dictando una conferencia.

1



2

una hora diaria para limpiar la cocina y hacer las limpiezas extraordinarias. Yo cocino y hago todo el arreglo... (25 de noviembre de 1895).

"...no vamos casi nunca al teatro ni a ninguna diversión. Para Pascuas tomaremos unos días de vacaciones y nos iremos de excursión.

"Me apena no poder asistir a la boda de Hela. Si ninguno de vosotros viviera en Varsovia, quizás, a pesar de las dificultades, reuniría el dinero necesario para el viaje. Pero, felizmente. Hela no estará sola ese día. Es necesario que me prive de esta inmensa alegría que no podría concederme sin escrúpulos...

"En las calles de París se venden flores a precios muy accesibles y siempre tenemos ramilletes en nuestra casa..." (18 de marzo de 1896.)

En 1897 Marie espera un niño:

"Voy a tener un hijo y esta esperanza se manifiesta cruelmente. Desde hace dos meses estoy continuamente aturdida de la mañana a la noche. Me fatigo y me debilito mucho, me siento incapaz para el trabajo y con poco ánimo.

"Mi estado me molesta aún más porque mi madre política está gravemente enferma." (2 de marzo de 1897.)

El 12 de setiembre de ese año, nace su hija Irene. Marie ha quedado muy débil y se teme que tenga una lesión tuberculosa. Se le aconseja internarse en un sanatorio, pero se niega a ello y comienza, en cambio, su trabajo de doctorado, o sea que inicia esos años de esfuerzos agotadores.

El matrimonio Curie cuenta con una gran ayuda para el cuidado y la educación de su hija: el padre de Pierre, quien poco después de la muerte de su esposa se ha ido a vivir con ellos.

El aumento de familia, la mudanza a una casa más grande transtornan la economía de los Curie. En 1898, al producirse una vacante en la cátedra de Química-Física de la Sorbonne, Pierre se presenta pero no tiene éxito.

Ese mismo año de 1898 la hermana Bronia y el cuñado de Marie deciden regresar a Polonia para instalar en Zakopane (Polonia austríaca) un sanatorio para tuberculosos. Marie siente mucho el alejamiento de la familia Dluski. Al año siguiente realizan un viaje a Polonia y Pierre conoce la patria de su esposa.

En una carta del 19 de marzo de 1899, Marie dirá lo siguiente:

"Debemos ser muy prudentes porque no nos basta con el sueldo de mi marido; pero hasta ahora hemos tenido algunos ingresos suplementarios inesperados todos los años, que han evitado el déficit.

"Confío en que mi marido y yo consigamos pronto una colocación fija... Sólo quiero hacer mi tesis antes de buscar empleo.

"En este momento tenemos tanto trabajo con nuestros nuevos metales que no puedo preparar mi tesis, que debe es cierto apoyarse sobre estos trabajos, pero que exige estudios complementarios de los que no puedo ocuparme en la actualidad.

"Nuestra salud es buena. Mi marido no sufre tanto del reuma. Yo estoy bien. No toso nada, no tengo nada en los pulmones, como lo han asegurado los exámenes médicos y muchos análisis de esputos..."

En 1900 reciben una proposición para trabajar en la Universidad de Ginebra. Pierre habría de dictar la cátedra de física y dirigir una laboratorio donde trabajaría su esposa. Luego de viajar a Suiza en julio deciden rechazar la tentadora oferta.

Ese año, Pierre había conseguido un puesto de ayudante en *l'École Polytechnique* al cual renuncia al ser designado en octubre encargado de cursos de física en la enseñanza del PCN *.

Ese mismo año Marie es nombrada encargada de dos cursos de Física en *l'École Normale Supérieure de Sèvres.* Esta institución fundada en 1881 estaba destinada a formar docentes para los liceos de señoritas. Algunos de sus profesores lo eran también de la Sorbonne o del College de France. Así Paul Appell y Jules Tannery enseñaban matemática y Philippe van Tieghem, ciencias naturales.

En 1900, la llegada de una profesora mujer causó gran expectativa. Las alumnas eran muy pocas y pronto comenzaron a apreciar a esa profesora que trataba de introducirlas en la ciencia experimental.

Una de sus primeras alumnas: Eugénie Cotton (de soltera: Mlle. Feytis) ha escrito una biografía de la familia Curie, a la cual estuvo luego muy vinculada, donde destaca la actuación de Marie en la Escuela de Sèvres.

"...la frialdad de Mme. Curie que era sólo la máscara de su timidez, ocultaba benevolencia y cordialidad, como no tardamos en descubrir. Las experiencias hechas en común dan lugar a reflexiones espontáneas donde se revela la naturaleza de cada uno y el hermoso semblante de nuestra profesora, tan serio por lo común, se iluminaba con una sonrisa divertida y llena de encanto después de ciertas observaciones nuestras."

Eugénie Cotton cuenta que Marie invitó a sus alumnas a visitar el laboratorio donde trabajaba su marido y que asistieron a su examen de tesis de doctorado, es decir a una tesis en la cual un nuevo elemento, el radio hacía su entrada académica.

Otros testimonios nos permiten vislumbrar ese ambiente de esfuerzo y dedicación a la ciencia en que se desarrollaba la vida del matrimonio.

El químico Georges Urbain (1872-1938) dirá en 1925:

"Tuve por cierto el gran privilegio de ver con mis propios ojos el nacimiento del ra-

* PCN: Enseñanza de Física, Química y Ciencias naturales dictado en un anexo de la Sorbonne y destinado esencialmente a los futuros estudiantes de medicina.

dio. Pierre Curie, que fue profesor mío, me hizo el incomparable honor de concederme su confianza y amistad. Vi a Mme. Curie trabajar como un hombre en los difíciles tratamientos de grandes cantidades de pechblenda. Vi las primeras fracciones de los bromuros de radio bario. Vi los cristales que contenían radio emitir luz en la oscuridad antes de que se pudiera observar su espectro. Todos los domingos solíamos ir con Langevin, Perrin, Debierne, Cotton y Sagnac a la casita de los Curie que se transformaba así en una academia íntima. Allí, el profesor con su sencillez acostumbrada nos exponía sus ideas..."

Cedamos nuevamente la palabra a Eugénie Cotton quien se refiere a estas reuniones y discusiones:

"Admiraba el rigor de razonamiento, la audacia de sus hipótesis y la pasión con que sostenían sus opiniones. Se me abrían nuevos horizontes, no sólo en el plano científico. Por haberme educado en una ciudad pequeña donde existía la preocupación de la jerarquía social y de la apariencia, quedé sorprendida más de una vez por el desprecio total que demostraban hacia las formalidades y por la completa independencia de sus juicios."

El Premio Nobel

En 1902, Pierre Curie accede a presentar su candidatura a la Academia de Ciencias y no resulta elegido. El año anterior se había presentado sin éxito a una cátedra de Mineralogía en la Sorbonne.

Sin embargo. poco a poco les van llegando signos de que, sobre todo en el extranjero, se reconoce la importancia de su labor. Así, en 1903 Pierre Curie fue invitado por la *Royal Institution* a dar una conferencia sobre radioactividad y viajó acompañado de su esposa. Esta institución les concede en noviembre la medalla Davy.

Poco después la Academia de Ciencias de Suecia decide dividir el Premio Nobel de Física de ese año otorgando una mitad a Henri Becquerel por el descubrimiento de la radioactividad espontánea y la otra mitad a Pierre Curie y a Marie Sklodowska Curie "en reconocimiento de los méritos extraordinarios de que han dado prueba por sus trabajos en común sobre los fenómenos de radioactividad descubiertos por el profesor Henri Becquerel."

Este premio, innecesario es decirlo, cambió mucho la vida de los Curie. Representaba el máximo reconocimiento al que podían aspirar de la importancia y la calidad de sus trabajos. Representaba además una importante suma de dinero (70.000 francos oro), que le han de permitir a Pierre renunciar a su cargo de profesor en la Escuela Municipal.

Pero, también significó la popularidad. Las palabras que el presidente de la Academia de Suecia pronunció en la entrega del premio, ya señalan lo novedoso de la situación:

"El gran éxito de M. y Mme. Curie ilustra muy bellamente el antiguo proverbio: *coniuncta valent* y nos presenta bajo un aspecto nuevo la sentencia divina: 'No es bueno que el hombre esté solo, he de hacerle una ayuda que sea semejante a él'. Pero, esto no es todo. Los sabios esposos representan también la asociación de nacionalidades diferentes, augurio feliz de los esfuerzos combinados de la sociedad humana para el desarrollo de la ciencia."

Los periodistas y el público en general se interesan por la vida familiar de estos científicos y por las pobres instalaciones donde habían logrado aislar una substancia tan importante.

"Ha visto usted este entusiasmo exagerado por el radio —dirá Pierre Curie en carta a Georges Gouy del 22 de enero de 1904—. Esto nos ha valido todas las ventajas de un momento de popularidad. Nos han perseguido los periodistas y los fotógrafos de todos los países del mundo. Han llegado a reproducir el diálogo de mi hija con la sirvienta y a describir el gato blanco y negro que tenemos en casa. Además, hemos recibido cartas de todos los excéntricos, de todos los inventores desconocidos. Hemos recibido también muchos pedidos de dinero. Por último, coleccionistas de autógrafos, snobs, gentes mundanas y hasta algunos hombres de ciencia han venido a visitarnos al magnífico local de la calle Lhomond que usted conoce. Con todo eso ya no ha habido un instante de tranquilidad en el laboratorio y además hay que despachar todas las tardes una voluminosa correspondencia. Siento que esta vida me está embruteciendo."

Y también dirá:

"Se nos piden artículos y conferencias y dentro de varios años, los mismos que ahora nos lo piden se sorprenderán de que no hayamos trabajado."

Es que el matrimonio Curie está ya agotado por esos años de esfuerzo. En diciembre de 1903 no se atreven a hacer el viaje a Suecia en esa época del año. Sólo en junio de 1905 viajan a ese país y Pierre pronuncia la Conferencia Nobel que por reglamento debían haber dado dentro de los seis meses de recibido el premio.

En 1904, Marie espera un niño y se siente extremadamente agotada. El 6 de diciembre nace una segunda niña: Eve.

Pierre sufre desde hace años dolores que supone reumáticos y que a veces son intolerables.

"Mi reumatismo me deja bastante tranquilo en este momento, pero este verano tuve una crisis violenta y debí renunciar al viaje a Suecia. Como ve, no estamos en regla con la Academia sueca. La verdad es que sólo logro estar bien cuando evito cualquier fatiga física. Mi mujer se halla en el mismo estado y ya no hay que soñar con las largas jornadas de trabajo de antes." (Carta de P. Curie a G. Gouy del 31 de enero de 1905.)

El reconocimiento extranjero hace que en Francia se trate de facilitar la tarea científica del matrimonio. A principios de 1904 se propone la creación de una nueva cátedra de Física en la Sorbonne para encargársela a Pierre. Al comprobar que esta designación no preveía el uso de laboratorio alguno, Pierre amenaza con renunciar a ella. Para evitarlo, la Universidad consigue la construcción de dos piezas de laboratorio en el anexo de la calle Cuvier donde se imparte la enseñanza del PCN. Además, en noviembre de 1904 se designa a Marie "Jefe de Trabajos Prácticos de Física" en la cátedra de su marido.

El dictar esta cátedra interesó mucho a Pierre. Ésta había sido creada con una designación muy general y se le otorgaba gran libertad en la elección de temas. Además de ocuparse de la radioactividad y de sus consecuencias, dedicó parte del curso a las nociones de simetría y sus aplicaciones a la física cristalina. Desde hacía tiempo alimentaba el proyecto de escribir un tratado completo sobre las magnitudes dirigidas en los medios cristalinos y para su curso de 1905 redactó una parte.

El tiempo que le exigía la preparación de este curso, unido a su mala salud hace que su ritmo de producción en el campo de la radioactividad disminuya.

En 1905 la candidatura de Pierre fue presentada nuevamente a la Academia de Ciencias y aunque se descontaba su ingreso por unanimidad sólo entró por un voto.

"Heme aquí miembro de la Academia, sin haberlo deseado yo y sin que esta institución haya deseado incorporarme...

"...En esa casa no se puede hacer nada simplemente, sin intrigas. Además de una pequeña campaña bastante bien llevada hubo en contra de mí la escasa simpatía de los clericales y de los que consideraron que no había hecho bastantes visitas." (Carta de Pierre Curie a Georges Gouy, 24 de julio de 1905.)

Muerte de Pierre Curie

En 1908 aparece un tomo donde se reúnen las obras científicas de Pierre Curie. La introducción escrita por Marie concluye con las siguientes palabras:

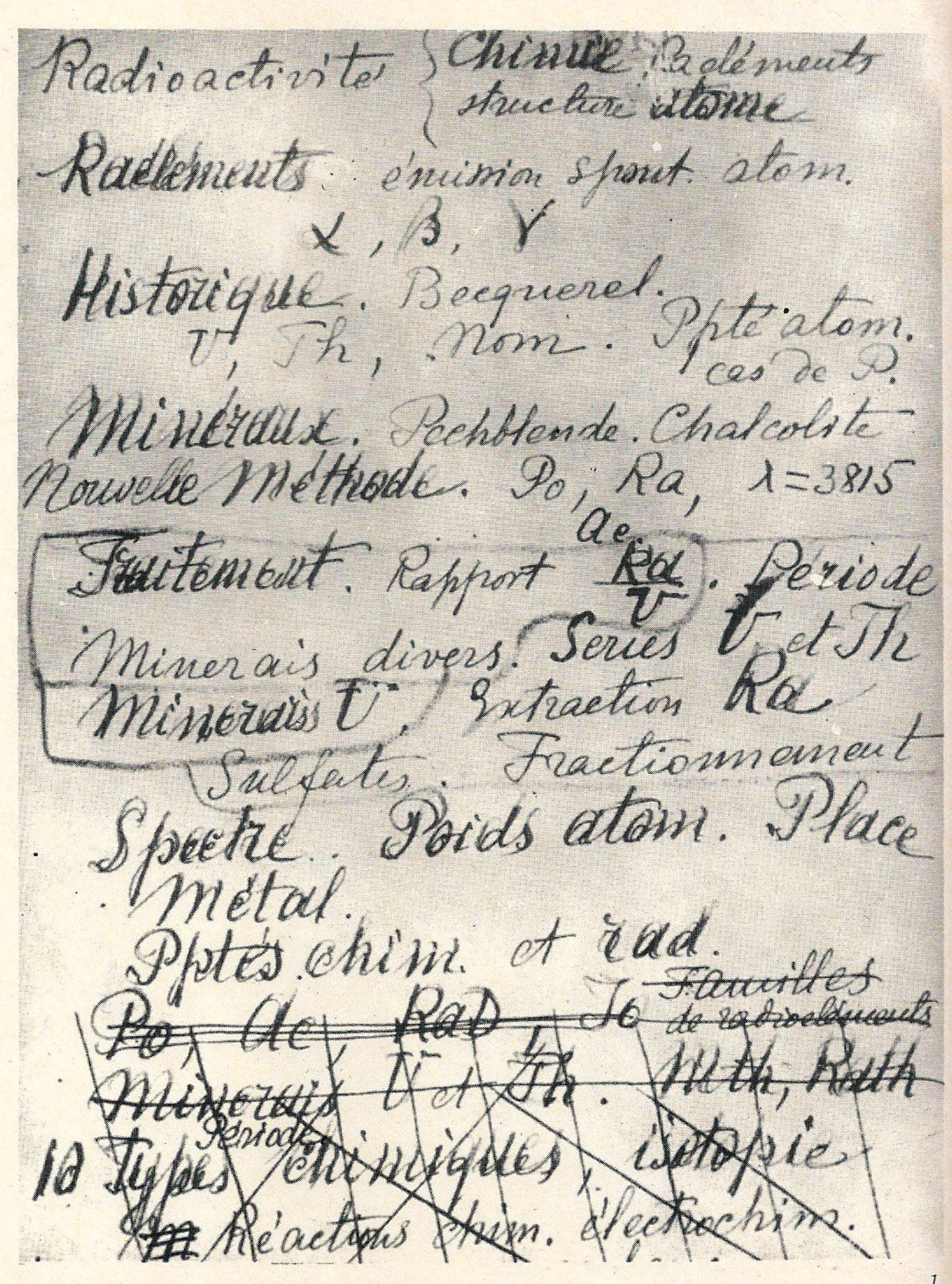
"Los últimos años de la vida de Pierre Curie, consagrados a investigaciones sobre radioactividad y a trabajos teóricos del mayor interés desde el punto de vista de la física general fueron muy fecundos.

"Tanto sus facultades intelectuales como su habilidad experimental estaban en pleno desarrollo. Confiaba en que al cabo de algunos años podría contar por fin con el laboratorio que había deseado siempre para formar allí un círculo de colaboradores... Se abría una nueva época de su vida en la cual dispondría de mayores medios de acción y constituiría la prolongación natural de una carrera científica admirable. La suerte no quiso que así fuera y estamos obligados a inclinarnos ante su decisión incomprensible."

En efecto, Pierre Curie había muerto en un accidente de tránsito el 19 de abril de 1906.
Un día lluvioso, en las primeras horas de la tarde, al intentar Pierre atravesar la calle Dauphine, tropieza con uno de los caballos de un carro y cae. Una de las ruedas del carro le aplasta el cráneo.
Su hija Eve dedicará un capítulo de la biografía de su madre a esta jornada. En ella "Marie Curie no se transformó de mujer joven y feliz en viuda inconsolable. La metamorfosis es menos simple y más seria. El tumulto interior que destroza a Marie, el horror tremendo de sus ideas extraviadas son demasiado virulentos para expresarlos en quejas o confidencias. Desde que adquirió conciencia de estas tres palabras: 'Pierre ha muerto', y la soledad y la introversión la envolvieron para siempre. En este día de abril, Mme. Curie se ha convertido en una pobre mujer solitaria, digna de lástima."
Eve Curie reproducirá algunas páginas de un dirio íntimo que su madre escribió en esa época y que revelan esa necesidad de desahogo que no podían calmar ni sus hermanos que habían llegado desde Polonia, ni su cuñado Jacques que había acudido desde Montpellier, ni las muestras de afecto con que la intentaban rodear sus amigos y las numerosas personas que habían apreciado a Pierre.
La noticia de la muerte de éste fue difundida por los periódicos de todo el mundo y los mensajes de condolencia de las personalidades más diversas comenzaron a llegar al hogar de los Curie.
La ceremonia del entierro, muy sencilla, tuvo lugar el 21 de abril en el pequeño cementerio de Sceaux.

La vida continúa

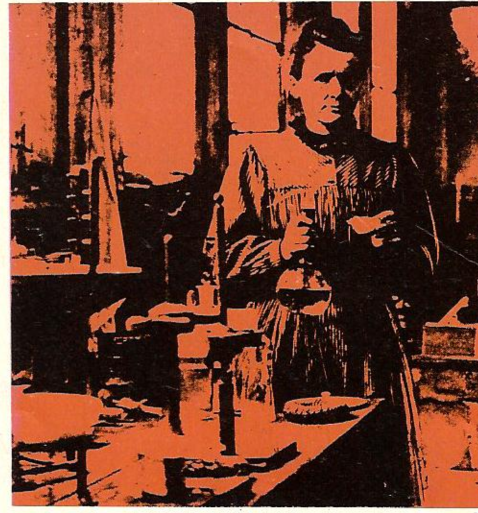
La muerte de Pierre plantea además problemas de otra índole. Se le ofrece a Marie tramitar para ella y sus hijas una pensión nacional, pero ella rechaza esta propuesta, pues considera que puede y debe seguir trabajando.
El 13 de mayo de 1906, la Facultad de Ciencias la designa encargada del curso de Física que había dictado Pierre (será nombrada profesora titular en 1908).
El 14 de mayo, Marie escribe en su diario: "Te quiero decir también que me han concedido tu cátedra y que ha habido imbéciles que me han felicitado por ello."
Se trata de la primera vez que una mujer ocupa en Francia un cargo semejante en la enseñanza superior. Un numeroso público asiste pues a la primera clase que dicta Marie el 15 de noviembre de ese año y los diarios lamentan que no se habilite para la ocasión el gran anfiteatro de la Sorbonne. En el cincuentenario de esta fecha se publicará un folleto conmemorativo.
Pero, en su clase inaugural, Marie, sin agregar comentario alguno se limitó al tema que había anunciado: *Teorías modernas re-*


Radioactivité { Chimie. Radioéléments
structure atome
Radioéléments. émission spont. atom.
α, β, γ
Historique. Becquerel.
U, Th, Nom. Ppté atom.
cas de P.
Minéraux. Pechblende. Chalcolite
Nouvelle Méthode. Po, Ra, λ=3815
Traitement. Rapport Ra/U (Ac). Période
Minerais divers. Series U et Th
Minerais U. Extraction Ra
Sulfates. Fractionnement
Spectre. Poids atom. Place
Métal.
Pptés chim. et rad.
Po, Ac, RaD, Io Familles de radioéléments
Minerais U et Th. Méth,
Période
10 Types chimiques, isotopie
Réactions chim. électrochim.

1

1. *Notas de Marie Curie para una conferencia.*

1



2

1. Los esposos Curie y su hija Irène en el jardín de su casa.

2. Marie Curie en su laboratorio.

lativas a la electricidad y a la materia. Comenzó así su actuación en la cátedra que habría de dictar hasta su muerte.

Pero, además de reanudar su vida profesional con una nueva y grande responsabilidad, Marie reinicia sus tareas de investigación. Ellen Gleditsch, profesora de la Universidad de Oslo, recuerda su llegada a París en setiembre de 1907 para trabajar con ella:

"En esta época, Marie Curie tenía su laboratorio en la calle Cuvier 12. No había mucho lugar y no trabajábamos más que cinco o seis. Marie Curie iba todos los días y pasaba allí largas horas.

"... Marie Curie sabía comunicar a cualquier experimentador la convicción de que el trabajo hecho a conciencia es la base indispensable de toda investigación científica, que un resultado mal fundamentado no tiene ningún valor y que, por el contrario, el esfuerzo laborioso da enormes satisfacciones."

Marie debe encarar también su nueva vida familiar. El anciano doctor Curie continúa viviendo con ella y sus hijas. Su presencia constituirá un gran apoyo durante algunos años (falleció en 1910). El abuelo ejercerá mucha influencia sobre las nietas, en particular, sobre la mayor Irène.

"No sólo inicia a Irène en la historia natural, en la botánica, le comunica su entusiasmo por Víctor Hugo y le escribe largas cartas durante el verano, cartas razonables, instructivas y divertidas en donde asoma su espíritu burlón y su estilo exquisito: orienta la vida intelectual de su nieta de una manera decisiva. El equilibrio moral de la actual Irène Joliot Curie, el terror que siente hacia al dolor, la adhesión total a la realidad, el anticlericalismo, las mismas ideas políticas, las heredó en línea recta de su abuelo."

Marie se muda a una casa en las afueras, en Sceaux, pues aspira a que sus hijas lleven la vida más sana posible. Cuida de inculcarles el gusto por los ejercicios físicos y por los largos paseos a pie o en bicicleta. En 1911 va con ellas a Polonia y allí, cargadas con sus mochilas, se inician en el alpinismo. Años más tardes en su casa de Larcouest (donde veraneaba un numeroso grupo de intelectuales presidido por el historiador Seignobos) la madre y las hijas compartirían el gozo de sus días de vacaciones.

Desaparecido el abuelo, Marie tiene que confiar sus hijas a institutrices a las que imparte órdenes precisas sobre el empleo del tiempo de las niñas.

Cuando Irène, la mayor, debe comenzar la segunda enseñanza, Marie se une a un grupo de amigos, profesores de la Sorbonne que tratan de educar a sus hijos evitando la disciplina excesiva y las obligaciones inútiles. Surge así una suerte de coperativa de la enseñanza en que se educará a una docena de niños de ambos sexos que tenían sólo la obligación de escuchar una única lección diaria dada por un profesor de calidad. "Una mañana invadirán el laboratorio de la Sorbonne donde Jean Perrin les dará clases de química. Al día siguiente el pequeño batallón será trasladado a Fontenay aux Roses y Paul Langevin les dará clases de matemática. Las señoras Perrin y Chavannes, el escultor Magrou, el profesor Mouton dan clases de literatura, historia, lenguas modernas, ciencias naturales, modelado, dibujo... Por último, en un local desocupado de la Escuela de Física, Marie Curie consagrará la tarde del jueves al curso más elemental de física que se haya escuchado jamás entre aquellas paredes."

Esta iniciativa se suspende dos años más tarde. Irène continúa sus estudios en un colegio privado, el Colegio Sevigné, donde posteriormente estudiará su hermana.

El segundo Premio Nobel

Durante los meses anteriores a su muerte, Pierre Curie y su esposa habían estado tratando de dosar el radio a partir de la emanación que desprende.

A la muerte de su marido, Marie retoma este tema y realiza otras investigaciones en el campo de la radioactividad. En particular, al contar con mayor cantidad de sal pura de radio, trata de mejorar su determinación del peso atómico de este elemento. En agosto de 1907 en una comunicación a la Academia concluye que el peso atómico del radio es 226,2.

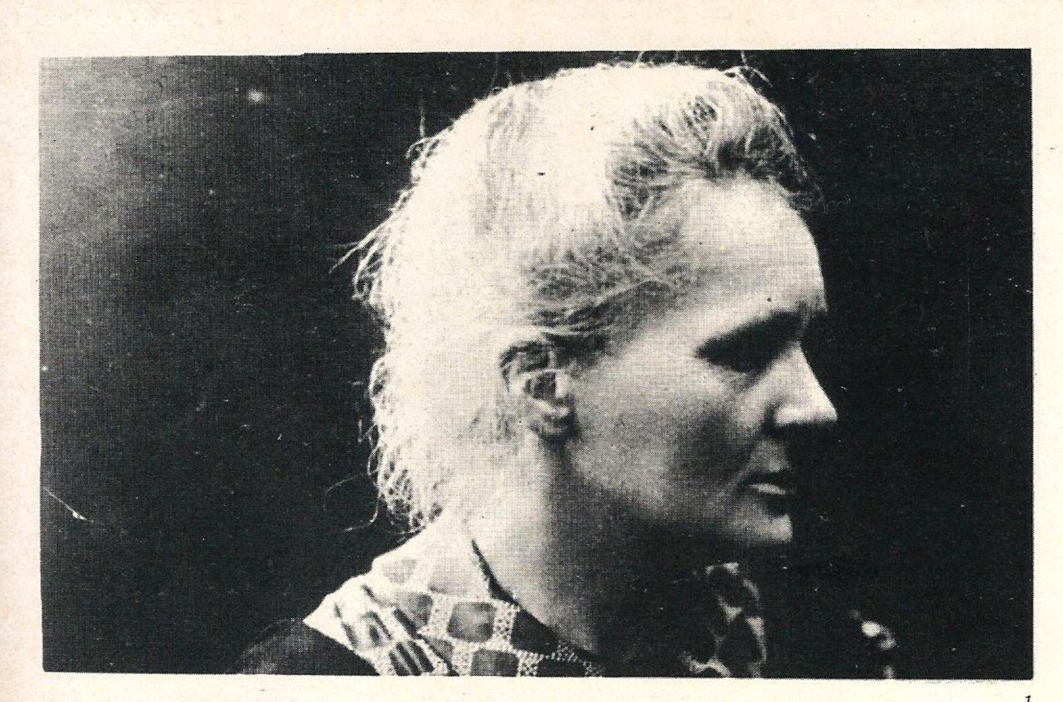
En 1910, presenta (en colaboración con A. Débierne) una importante comunicación a la Academia: la preparación del radio metálico *.

En setiembre de 1910 un Congreso de Radioactividad reunido en Bruselas decide que es necesario preparar un prototipo internacional de radio y se confía la tarea a Mme. Curie. Este mismo Congreso adopta como unidad el gramo de radio metálico y establece una unidad de emanación (la que está en equilibrio con 1 gramo de radio) a la que da el nombre de *curie* para "honrar la memoria de Pierre Curie y la obra que él realizó en el dominio de la radioactividad".

Marie preparó el prototipo en agosto de 1911. En marzo del año siguiente, la Comisión Internacional que había sido designada por el Congreso de Bruselas se reunió en París y confrontó el prototipo francés con otros preparados en Austria. Se depositó el preparado por Mme. Curie en el *Bureau International des Poids et Mésures* en Sèvres y se adoptaron los demás como prototipos secundarios.

En diciembre de 1911, la Academia de Ciencias de Suecia otorga a Mme. Curie el Premio Nobel de Química por el descubri-

* Ésta se realizaba preparando previamente amalgama de radio por electrólisis de una solución de cloruro de radio perfectamente puro con cátado de mercurio y ánodo de platino iridiado. Una vez obtenida esta amalgama se eliminaba el mercurio por destilación en atmófera de hidrógeno perfectamente puro.



1



2

1. Marie Curie.

2. Marie Curie en la ceremonia en que recibió el doctorado "honoris causa" de la Universidad de Columbia.

miento de los elementos radio y polonio, por el aislamiento del radio y por el estudio de la naturaleza y compuestos de este notable elemento.

En la entrega del premio, el presidente de la Acamedia dice que "en vista de la importancia que ha revestido el descubrimiento del radio para la química en primer lugar y en segundo término para otras muchas ramas de las actividades y del conocimiento humanos" considera suficientemente justificado el otorgar el Premio Nobel de Química a Mme. Marie Sklodowska Curie, "única sobreviviente de los dos científicos a quienes se debe este descubrimiento". Destaca luego que es el primer caso en que el Premio Nobel se entrega dos veces a una misma persona *.

Marie, que había viajado a Suecia en esta ocasión acompañada por su hermana Bronia y por su hija Irène, pronunció la Conferencia Nobel sobre "El radio y los nuevos conceptos de la química".

El Instituto del Radio

Marie Curie dedicaría esfuerzos cada vez mayores a la organización de las investigaciones sobre radioactividad en laboratorios más adecuados.

En la biografía que escribió sobre su esposo, Marie al referirse a su propia designación como Encargada de Cursos de la Sorbonne la considera como una medida tendiente a asegurar la continuidad de la obra de Pierre. Agrega que aceptó esta pesada herencia con la esperanza de poder edificar algún día un laboratorio que fuera digno de él.

La ausencia de comodidades materiales durante la tarea que habían realizado, los esfuerzos desperdiciados son el objeto de amargas lamentaciones de Marie. Al referirse a las dos habitaciones de la calle Cuvier que se construyeron en la última época de la vida de Pierre agregará el siguiente comentario:

"No puedo menos que manifestar cierta amargura al pensar que esta concesión fue la última y que en definitiva, uno de los primeros hombres de ciencia franceses no tuvo jamás a su disposición un laboratorio cómodo, pese a que su genio se había revelado a los veinte años. Sin duda alguna, de haber vivido más tiempo hubiera sido favorecido. más tarde o más temprano. con satisfactorias condiciones de trabajo, pero a los cuarenta y siete años de edad seguía privado de ellas...

"Es cierto que el descubrimiento del radio fue hecho en condiciones precarias: el galpón que lo albergaba aparece revestido de encantos de leyenda, pero este elemento novelístico no ha sido una ventaja: agotó nuestras fuerzas y retardó las realizaciones. Con mejores medios se hubieran podido reducir a dos los cinco primeros años de nuestro trabajo y atenuar su tensión."

Es que en Francia a comienzos de siglo no existían muchos laboratorios de investigación. El Instituto Pasteur era una excepción. En 1909, el doctor Roux, director de este instituto, propone la creación de una laboratorio de radioactividad que habría de dirigir Mme. Curie. Posteriormente se llegó a un acuerdo con la Universidad. Ésta poseía un terreno entre las calles St. Jacques y Ulm. A lo largo de éste se abrió una calle que se llamó Pierre Curie y se comenzó a edificar un laboratorio en colaboración con el Instituto Pasteur. Cuando el edificio acababa de terminarse, se declaró la Guerra de 1914 durante la cual se suspendieron las investigaciones. Sin embargo, durante la contienda, Marie logra mudar al nuevo edificio el laboratorio de la calle Cuvier.

Desde un principio se consideró que, dado el desarrollo de la radioactividad y de sus aplicaciones terapéuticas, las nuevas instalaciones no eran suficientes ni estaban a la altura de las que existían en Inglaterra o en los Estados Unidos. Esta situación mejoró en 1920 al constituirse la Fundación Curie con el fin de reunir los recursos necesarios para el desarrollo del Instituto del Radio. La Fundación recibió un importante aporte de Henri Rotschild.

Cuando el matrimonio Curie comenzó los estudios sobre radioactividad algunos colaboradores se les fueron acercando espontáneamente. En 1970, una donación de Andrew Carnegie permitió becar a algunos estudiantes para que realizaran trabajos sobre estos temas.

El Instituto del Radio llegó a ser un importante centro de investigación: allí trabajaron científicos extranjeros (en 1933 hubo representantes de diecisiete nacionalidades), allí realizaron importantes trabajos,. por ejemplo, el matrimonio Joliot, Mlle. Perey (descubridora de un nuevo elemento, el francium) y Salomón Blum.

Mme. Curie tratará siempre de mejorar las condiciones del trabajo científico: "Emplea todos sus esfuerzos para evitar a quienes han de sucederla, las dificultades con que habían tropezado Pierre Curie y ella. Mendiga becas para los investigadores de su laboratorio y se asocia a los esfuerzos de Jean Perrin para lograr la creación de una *Caisse Nationale des Sciences* que proporcione a los laboratorios el personal y el material necesarios..." De estas tratativas reanudadas posteriormente por el mismo Jean Perrin y el matrimonio Joliot surgirá la creación del *Centre Nationale de la Recherche Scientifique* en 1938 y su reorganización después de la Guerra.

Pero, Marie no limita su interés a Francia. Se asocia también a los esfuerzos científicos de su patria de origen. En la larga lista de títulos honoríficos que a lo largo de los años se conceden a Marie 2* aparecen algunos que corresponden a sociedades polacas. Es que a partir de la revolución de 1905, el gobierno zarista ha perdido algo de su rigor tanto en Rusia como en los países dominados.

En 1912, Marie es invitada a trasladarse a Varsovia para dirigir un Instituto del Radio que se proyecta crear. Aunque no acepta, se compromete a mantener contacto con el laboratorio y designa dos de sus colaboradores para que lo organicen. Al año siguiente asiste a la inauguración del Pabellón de Radioactividad en Varsovia.

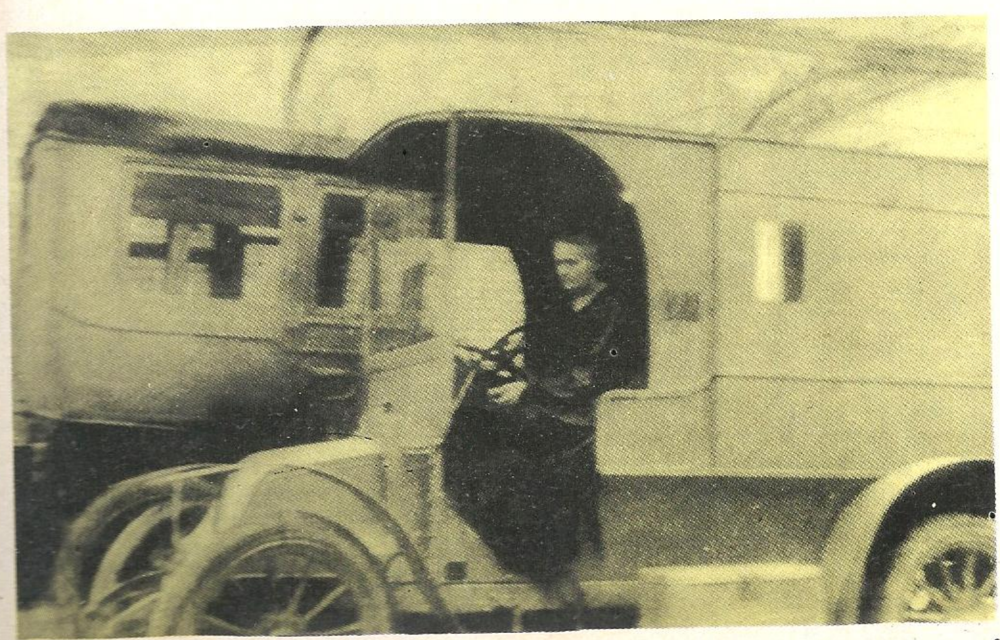
Pero, sólo después de la guerra de 1914, cuando ya Polonia es un país libre, se emprende la construcción de un Instituto del Radio en Varsovia. Como el gobierno no puede encarar este gasto, se organizó una sociedad para reunir fondos y construir el Instituto. En 1923 Marie asiste a la colocación de los cimientos del edificio que recién será inaugurado en 1932 y al cual donará un gramo de radio que le habían obsequiado en 1929 las mujeres de los Estados Unidos.

La guerra de 1914

En agosto de 1914, al estallar la guerra, Marie estaba por reunirse con sus hijas en una playa de Bretaña. Decide quedarse en París y ofrecer sus servicios donde sean más necesarios. Un campo afin al tema de sus estudios parece ofrecerle una oportunidad: se trata del uso de los rayos X para examinar las heridas y detectar los proyectiles. Al comienzo de la guerra, los servicios radiológicos eran totalmente insuficientes. Se trataba no sólo de organizar estos servicios en los hospitales de París y sus alrededores, sino de hacer posible la utilización de los rayos X en los hospitales de campaña y en los pueblos del interior. Prepara "coches radiológicos" o sea, puestos móviles que se trasladan de hospital en hospital. El primero de estos veinte coches. que recibieron el apodo de "pequeños Curie" fue preparado el mismo mes de agosto de 1914. Pero, la tarea de Marie no se limita a esto; ella misma se traslada a los diferentes centros de batalla, instala doscientas salas de radiología en los hospitales y organiza la preparación del personal que ha de atender estos servicios (a los que agrega más tarde el uso del radio para tratar heridas difíciles de cicatrizar). Para formar el personal imparte a enfermeras los conocimientos técnicos necesarios. Cuenta con la colaboración de su hija Irène y de Marthe Klein. Esta última se refie-

* Continuó siendo el único caso hasta 1963. En esta fecha, Linus Pauling (Premio Nobel de Química de 1954) recibió el Premio Nobel de la Paz. Fue la única mujer que hubiera recibido un Premio Nobel de ciencia, hasta 1935 en que su hija Irène recibió el Premio Nobel de Química junto con su marido Frédéric Joliot.

* Entre los primeros países que reconocieron la labor de Pierre y Marie se cuentan los latinoamericanos. Así, la Sociedad de Física de México y la Academia de Ciencias en ese país los designaron miembros en 1904 y la Sociedad Científica Argentina nombró a Marie miembro correspondiente en noviembre de 1906.



2

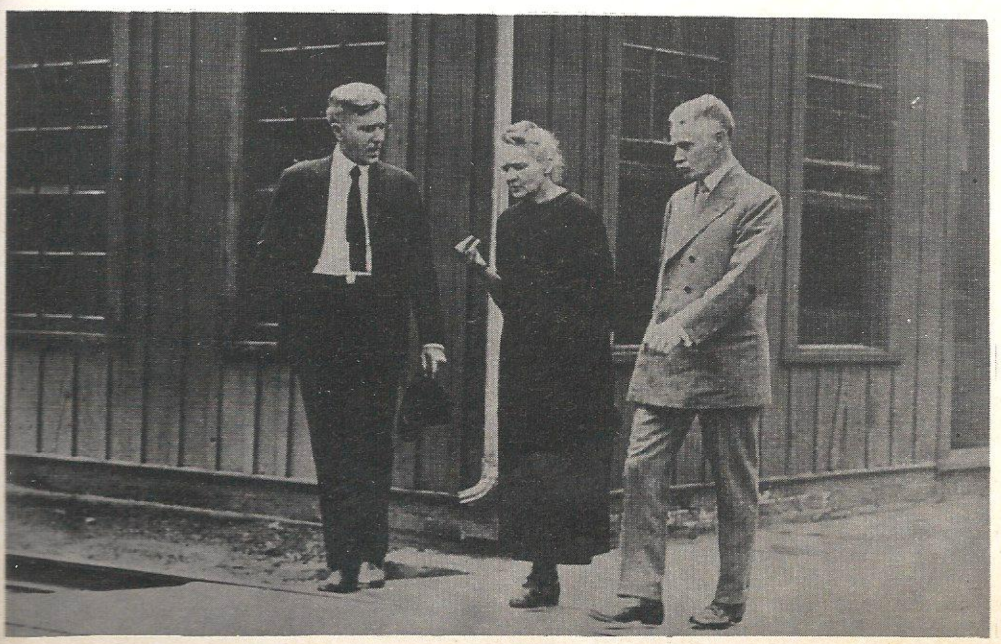
1. Participantes del Congreso de Física Solvay de Bruselas de 1927: entre otros, Marie Curie, Planck, Lorentz, Einstein, Langevin, Dirac, de Broglie y Schroedinger.

2. M. Curie al volante de una ambulancia durante la primera guerra mundial.

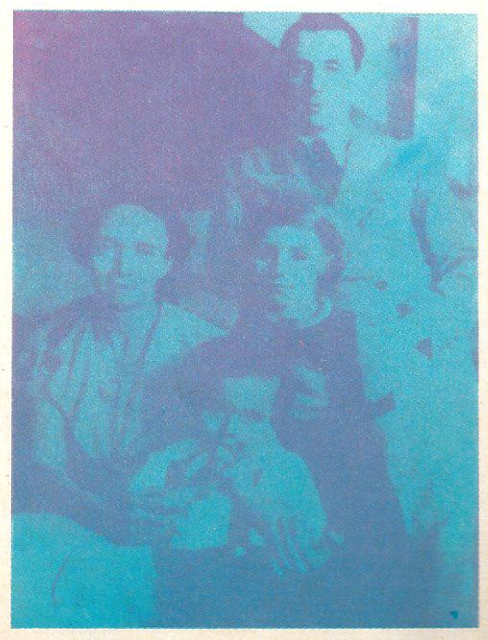
3. Marie Curie en Pittsburg.

4. Frédéric Joliot y su esposa Irene Curie, con sus hijos.

1



3



4

re a "la gran confianza que Mme. Curie tenía en el buen sentido y en la voluntad de de las mujeres, cualquiera fuese su medio social". Marie. expresándose con gran simplicidad lograba que todas estas mujeres que no tenían formación científica alguna adquirieran los conocimientos necesarios para el manejo de los aparatos de rayos X, para poder localizar un proyectil o radiografiar una fractura. Y agrega: "Nunca olvidaré la suavidad de sus gestos cuando tocaba un herido".
En 1921, publica un librito: *La Radiologíe et la Guerre* en el que describe en lenguaje técnico lo realizado durante la contienda. Pese a que al terminar ésta, los servicios radiológicos habían disminuido su actividad, podía considerarse que existía una organización suficiente como "para extender a toda la población francesa los beneficios de una técnica médica cuyo uso antes de la guerra había sido muy limitado".

Después de la guerra

Después de la guerra de 1914, Marie agrega a su actividad estrictamente científica y a la organización de su laboratorio, la participación en organizaciones internacionales. En 1922 es nombrada miembro de la Comisión de Cooperación Intelectual de la Sociedad de las Naciones que tenía como fin facilitar los intercambios intelectuales entre las naciones, en especial la difusión de la información científica. Esta Comisión, entre cuyos miembros están Bergson, Einstein, Lorentz, Painlevé, funda el Instituto de Cooperación Intelectual con sede en París.
Este Instituto se plantea problemas de coordinación de la bibliografía científica, la unificación de símbolos y términos científicos, proyecta crear una oficina meteorológica internacional, considera la creación de becas internacionales, es decir, encara en una escala mucho más reducida algunos de los planes que posteriormente llevará a cabo la UNESCO.
Marie no retacea los esfuerzos que dedica a esta tarea. En julio de 1929 escribe a su hija Eve:
"Creo que el trabajo internacional es una obra muy pesada, pero, no obstante, es indispensable hacer su aprendizaje al precio de muchos esfuerzos y también con un real espíritu de sacrificio. Por imperfecta que sea, la obra de Ginebra tiene su grandeza y merece que se la apoye".
Después de la guerra, el nombre de Marie alcanza gran resonancia. Comienza a aceptar algunas de las invitaciones que le llegan de diferentes países. Acompañada por sus hijas, realiza en 1921 un viaje a los Estados Unidos que se comparó al de una Reina. El Presidente Harding le hace entrega en una ceremonia en la Casa Blanca de un gramo de radio que se había comprado mediante una suscripción organizada entre las mujeres americanas por la *Marie Curie Radium Fundation*, comité creado por Mrs. Williams Brown Meloney, directora de una revista de Nueva York. (Marie donó inmediatamente el radio recibido al Instituto del Radio de París).
En 1929 repetirá este viaje, se le hizo entrega en esta ocasión de un segundo gramo de radio destinado al Instituto de Varsovia. Pero, Estados Unidos no es la única meta de los viajes de Marie. Conocerá el Brasil, Italia, Holanda. España, Checoeslovaquia, volverá a Gran Bretaña, realizará frecuentes viajes a Polonia y asistirá a los congresos de física que la Fundación Solvay organiza en Bruselas a partir de 1911.
También en Francia, recibe Marie muestras de reconocimiento . Si bien en 1911, cuando se descontaba su elección en la Academia de Ciencias, fue derrotada por Edouard Branly, logró ser la primera mujer que en Francia ingresa en una Academia, pues en 1922 la Academia de Medicina la nombra Miembro Asociado Libre.
En 1923, la Fundación Curie festeja con el apoyo del gobierno el vigésimo quinto aniversario del descubrimiento del radio. Se realiza un acto público en la Sorbonne durante el cual el Presidente de la República ofrece a Marie una pensión de 40.000 francos anuales que en carácter de "recompensa nacional" han votado para ella y sus hijas, las Cámaras francesas.

Panorama científico

Hemos visto que al concluir la guerra se inicia la trayectoria del Instituto del Radio de París. En él, Marie realiza numerosos trabajos, sola o en colaboración. La mayoría versan sobre los métodos de extracción y de purificación de los radioelementos y sus métodos de análisis. Sus últimos trabajos, algunos en colaboración con S. Blum, se refieren a la estructura fina de los rayos α.
Pero, según palabras de Irène Joliot Curie en el prólogo a la edición polaca de las obras de su madre: "Las publicaciones de Marie Curie no representan en realidad más que una pequeña parte de su obra. Casi todos los investigadores que en Francia trabajaron en el dominio de la radioactividad y de la física nuclear se formaron en el gran laboratorio que ella creó y animó. Tuvo la satisfacción de ver que en ese laboratorio se hicieron algunos grandes descubrimientos en los que ella desempeñó, por cierto, un papel importante. Sus numerosos alumnos, entre ellos Frédéric Joliot * y yo, le estamos profundamente agradecidos por la formación científica que hemos adquirido bajo su dirección..."
Marie escribió varios libros, entre ellos dos tratados de radioactividad. Estaban destinados a los estudiantes del curso de física que dictaba en la Sorbonne en el cual siempre se ocupó de estos temas.
El primero de estos tratados fue publicado en 1910 y el segundo en 1935, después de la muerte de Marie. Como lo afirma su hija Irène puede decirse que este último "resume el estado de los conocimientos 'clásicos' de radioactividad alrededor de 1932, antes del surgimiento de la física nuclear".
Actualicemos brevemente el panorama general de la ciencia de la radioactividad que habíamos bosquejado sólo hasta 1903.
A partir de entonces, la atención del grupo de trabajo de Rutherford (quien pasa en 1907 a Manchester) se había dirigido hacia el estudio de la naturaleza de las radiaciones. Las características de éstas habían sido comenzadas a estudiar desde poco después del descubrimiento de la radioactividad espontánea. Los trabajos de los Curie, Becquerel, Rutherford, etc. permitieron llegar a la conclusión de que los rayos α eran partículas de carga positiva y tenían una masa mucho mayor que la de las partículas β que fueron identificadas con electrones.
Desde que se señaló la producción de helio a partir de la emanación de radio, Rutherford supuso que las partículas α eran átomos de helio doblemente cargados, pero este hecho sólo pudo comprobarse fehacientemente en 1909 al obtenerse el espectro del helio en tubos evacuados que estaban comunicados con una fuente de partículas α (Rutherford y T. Royds, 1909).
En 1911, a partir de experiencias de H. Geiger y E. Marsden relativas a la desviación de partículas α, Rutherford postuló un modelo atómico según el cual, la masa del átomo estaría condensada en un volumen muy pequeño del mismo. Este centro o núcleo tiene carga positiva y alrededor de él giran electrones.
En 1913, apareció una memoria en que el físico danés Niels Bohr (1885-1962) incorporaba al modelo de Rutherford la teoría cuántica de la radiación que Max Planck (1858-1947) había formulado en 1900. Supuso además que el número de electrones de un elemento era igual a su número de orden en la tabla periódica.
Este hecho recibió apoyo del campo de los rayos X. Un joven físico inglés H. G. Moseley (1887-1915) al investigar en 1913 la acción de los rayos X sobre diferentes elementos encontró que los espectros de cada uno de ellos se ordenan según su número de orden en la tabla de Mendeleiev.
Se contaba pues con un medio atómico que describía bien los hechos conocidos hasta entonces. Explica también las regularidades en las transformaciones radioactivas que habían sido estudiadas por varios investigadores, en particular por Soddy y Kasimir Fajans. Ellos formularon en 1913 en forma independiente las reglas de estas transformaciones, reglas que vinculan el elemento que se obtiene en una transmutación con la posición en la tabla periódica

* Frédéric Joliot (1900-1958) fue alumno de Paul Langevin en l'Ecole Municipale de Physique et de Chimie. Por su recomendación ingresó en el Instituto del Radio en 1925 como ayudante de Marie. Conoció allí a Irène Curie con quien se casó en 1926.



1

1. Marie Curie con Albert Einstein en 1925 en Ginebra.



1. M. Curie plantando un árbol en el Instituto del Radio de Varsovia.



1

del elemento madre y la emisión de partículas α o β.

Al estallar la primera guerra mundial se interrumpe la investigación en los países europeos. En 1919 se le ofreció a Rutherford la dirección del Cavendish Laboratory donde había iniciado con tanto brillo su carrera de investigador en Europa.

Este mismo año hizo un descubrimiento muy importante: que los núcleos de ciertos elementos livianos como el nitrógeno al ser bombardeados con partículas producían hidrogeno y oxigeno. Se tenía, pues, el primer ejemplo de una transmutación deliberada de un átomo en otro.

Estas transformaciones habían requerido, sin embargo, la utilización de un elemento radioactivo natural productor de las partículas α. Se vio el interés de utilizar otros proycetiles y se idearon dispositivos para acelerar partículas cargadas.

Los alemanes W. Bothe y H. Becker comunicaron en 1930 que al bombardear con partículas α un elemento liviano, el berilio, se producía una "radiación muy pentrante". Pese a que en un principio no se estuvo de acuerdo acerca de la naturaleza de esta radiación, se estudiaron activamente los efectos que prolucía sobre diversas sustancias. En estos estudios sobresalió el matrimonio Joliot.

En 1932, J. Chadwick, colaborador de Rutherford, comprobó que la "radiación penetrante" eran partículas neutras, los neutrones (cuya existencia en el núcleo, Rutherford y el mismo Chadwick habían supuesto desde 1924).

En enero de 1934, los esposos Joliot a raíz de un experimento de bombardeo de aluminio con partículas α comunican a la Academia de Ciencias que "por primera vez había sido posible crear radioactividad en núcleos atómicos con ayuda de una causa exterior". Habían comprobado que la reacción que en el núcleo del aluminio había producido artificialmente un el bombardeo, continuaba al cesar éste. El hecho es que habían producido artificialmente un elemento radioactivo que, como lo comprobaron químicamente, resultó ser un isótopo del fósforo. Este importante descubrimiento realizado en el Instituto del Radio abría un campo inesperado al panorama de la radioactividad. Frédéric Joliot se ha referido a la reacción de Marie Curie ante este descubrimiento: "Marie Curie era testigo de nuestras investigaciones. Nunca olvidaré su expresión de intensa alegría cuando Irène y yo le mostramos en un tubito de vidrio el primer radioelemento artificial. La veo todavía cuando tomaba con sus manos quemadas por el radio el tubito de radioelemento cuya actividad era aún muy débil. Para comprobar lo que afirmábamos lo aproximó a un contador Geiger Müller... Fue sin duda la última gran satisfacción de su vida. Algunos meses más tarde, Marie Curie moría de leucemia".

Muerte de Marie

Marie Curie tuvo que someterse en los últimos años de su vida a varias operaciones de la vista. En 1920, la formación de una doble catarata amenaza con dejarla ciega. Se la opera cuatro veces en el período de 1923 a 1930 y después de esta fecha recupera una vista casi normal. Puede así retomar todas las tareas de laboratorio, incluso realizar mediciones delicadas.

En 1920, en una carta a su hermana Bronia al referirse a sus problemas de la vista y a un zumbido de oídos que la aqueja supone que, aunque no se puede afirmar con seguridad. el radio es la causa de ello. El hecho es que Marie ha estado sometida desde hace más de veinte años a los efectos de las radiaciones. Sus manos estropeadas por el radio llaman la atención a cuantos se le acercan.

Sin embargo, pese al cansancio y a los malestares, Marie puede continuar una vida de plena actividad.

En las vacaciones de Pascua de 1934 viaja con su hermana Bronia al Sud de Francia, sufre un enfriamiento y continúa a su regreso con alguna fiebre. En mayo, sus malestares aumentan y debe dejar de ir al laboratorio. Los médicos suponen que se ha agravado su antigua lesión tuberculosa. Se la traslada en junio a un sanatorio de Sancellemoz en Alta Saboya, pero allí se comprueba que el diagnóstico ha sido errado. Un médico de Ginebra diagnostica anemia perniciosa.

El 4 de julio de 1934 fallece en este sanatorio. Dos días después, sin ninguna ceremonia oficial se la entierra en el cementerio de Sceaux junto a Pierre.

El diagnóstico médico fue el siguiente: "La enfermedad era una anemia perniciosa aplástica, de marcha rápida, febril. La médula ósea no ha reaccionado, probablemente porque está alterada por una larga acumulación de radiaciones."

Si se considera en su conjunto la obra del matrimonio Curie, puede concluirse que ella realizó un enorme derroche de esfuerzos como ejemplifican la ya folklórica figura de Marie trabajando penosamente con cantidades enormes de material para aislar una escasísima cantidad de radio o la serie de frustraciones y rechazos académicos y universitarios que signó gran parte de la trayectoria de Pierre.

Estos obstáculos los pusieron a prueba y les permitieron demostrar sus auténticas vocaciones de investigadores, pero fueron mayores que los que en esa misma época encontraban los físicos de otros países. Cierto es que, en gran parte gracias al tesón de Mme. Curie, el Instituto del Radio contó con posibilidades y medios que facilitaron el desarrollo de la física atómica en Francia a partir de la década del veinte.

En este dominio, el sistema de trabajo comienza a cambiar mucho en la década

siguiente con la introducción de aceleradores de partículas. Más tarde, el desarrollo de la energía nuclear para la guerra y la paz exigirá la organización de grandes equipos de trabajo. Desde esta perspectiva, la labor de los esposos Curie y de los demás pioneros de la física nuclear parece enormemente alejada en el tiempo. Los problemas científicos que tenían que enfrentar no tenían tan acuciantes connotaciones políticas y sociales como han de adquirir en solo el curso de una gran generación.

En 1905, Pierre Curie concluyó su conferencia Nobel con las siguientes palabras que, después de Hiroshima y Nagasaki pueden parecernos en exceso optimistas: "Se puede concebir que en manos criminales el radio pueda llegar a ser muy peligroso y podemos preguntarnos si a la humanidad le conviene conocer los secretos de la naturaleza, si ha alcanzado la madurez suficiente para sacar provecho de ellos o si este conocimiento le acarreará daño. Los descubrimientos de Nobel constituyen un ejemplo característico: los poderosos explosivos permitieron a los hombres hacer trabajos admirables, pero son también un medio terrible de destrucción en manos de los grandes criminales que arrastran a los pueblos a las guerras. Me cuento entre los que creen como Nobel que la humanidad obtendrá más provecho que daño de los nuevos descubrimienots".

El matrimonio Curie, y en especial Marie, son de las figuras de la ciencia más admiradas por el gran público. Es innecesario decir en lo que respecta a Marie, el hecho de ser mujer (y mujer cuya vida no escapó "ni a la tragedia ni a la calumnia") desempeña un papel importante en este interés.

Y en ello hay bastante razón.

Cuando se observan esas fotografías de los primeros congresos de Física en que la figura pequeña de Marie, eternamente vestida de negro, alterna con los grandes nombres de la ciencia, no puede menos que meditarse en el largo camino que había recorrido en una época poco propicia . Y además, en la importancia que tuvieron su trayectoria y realizaciones, el ejemplo de esa su tenacidad y seriedad de propósitos que constituyeron sus características más profundas, para que variase la actitud con que se acogió después en el campo científico a las mujeres que afluían en número cada vez mayor.

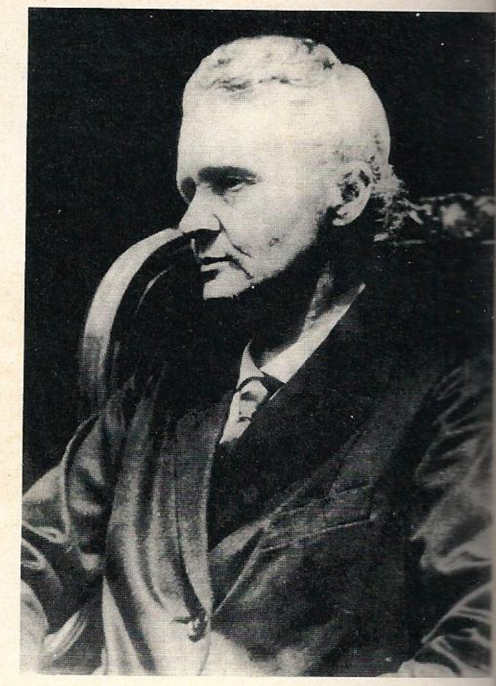
Bibliografía

a) *Obras científicas de Pierre y Marie Curie*

Oeuvres de Pierre Curie (publiées par les soins de la Societé Française de Physique, París, Gauthier Villars, 1908.
Recherches sur les substances radioactives. París, Gauthier Villars, 1904. *Traité de radioactivité*. París, Gauthier Villars, 1910, 2 vols.
La radiologie et la guerre. París, Alcan, 1921.
L'isotopie et les éléments isotopes, París, 1921.
Radioactivité. París, Hermann, 1935, 2 vols.
Prace Marii Sklodowkiej-Curie. (Ouvres de Marie Sklodowska Curie recueilies par Irène Joliot-Curie), Varsovia, 1954. (Este volumen preparado por la Academia Polaca de Ciencias reúne todas las memorias originales y algunos artículos de síntesis escritos en su primera época. La mayoría aparecen en francés y en traucción al polaco).

b) *Biografías*

En la introducción a las *Ouvres de Pierre Curie*, Marie Curie da una biografía de su esposo que amplió posteriormente en: *Pierre Curie*. París, Payot, Collection Les Grandes Hommes de la France, 1924, 110 p. (Versión castellana: *Pedro Curie*, Buenos Aires, Lautaro, 1944.) Eve Curie: *Madame Curie*, París, Gallimard, 1937. (Versión castellana: *La vida heroica de María Curie descubridora del radium*. Buenos Aires, Espasa-Calpe Argentina, 1937.) Esta obra tuvo muchas ediciones y fue traducida a varios idiomas. Sobre este libro se basó una película: *Madame Curie* (Metro Goldwin Mayer, 1943). Dir.: Mervin Le Roy. Actores: Greer Garson, Walter Pidgeon, Henry Travers. Eugénie Cotton: *Les Curie et la radioactivité*. París, Seghers, 1963. (Versión castellana: *Los Curie y la radioactividad*. Madrid, Ediciones CID, 1963.) (Esta obra incluye capítulos dedicados al matrimonio Joliot). Entre los numerosos artículos biográficos sobre el matrimonio Curie, pueden mencionarse: sobre Marie Curie: A. S. Russell, *Journal Chemical Society, 138*, 654, (1935). Sobre Pierre Curie: H. S. Klickstein, *Journal of Chemical Education*, XXIV, 278, (1947). Entre las publicaciones realizadas con motivo del centenario del nacimiento de Marie, puede citarse: *El Correo*, XX, Nº 10, octubre de 1967. *María Sklodowska-Curie: Centenary Lectures (Proceedings of a Symposium held in Warsaw 17-20 october 1957)*. Viena, International Atomic Energy Agency, 1968.



1. Marie Curie en su vejez.

Sus hijos quieren leer

Mi país, tu país

Porque es la más extraordinaria enciclopedia argentina, la que les da todo lo que la escuela pide. Porque todo lo que ellos y usted quieren saber sobre nuestro país, está en

Mi país, tu país

la historia, la geografía, la zoología, las costumbres, la economía, la vida cotidiana de nuestro país, y también la historia del cine, del teatro, de la música, de la pintura, de la literatura en Argentina. Además, porque tiene unas ilustraciones extraordinarias, que son como un verdadero viaje a través de la Argentina, y porque está escrita de manera tan amena que dan ganas de leerla.

No espere a que sus hijos se la pidan.
¡Cómpreles hoy mismo Mi país, tu país!

Lea al dorso una información más detallada sobre esta colección

Centro Editor de América Latina 



Precio de LOS HOMBRES

ARGENTINA
Nº 155 al 145 $ 1,80
Nº 144 al 1 $ 2,80

COLOMBIA: $ 9.-
MEXICO: $ 5
PERU: S/. 18
URUGUAY: $ 90
VENEZUELA: Bs. 2.50